



H:2

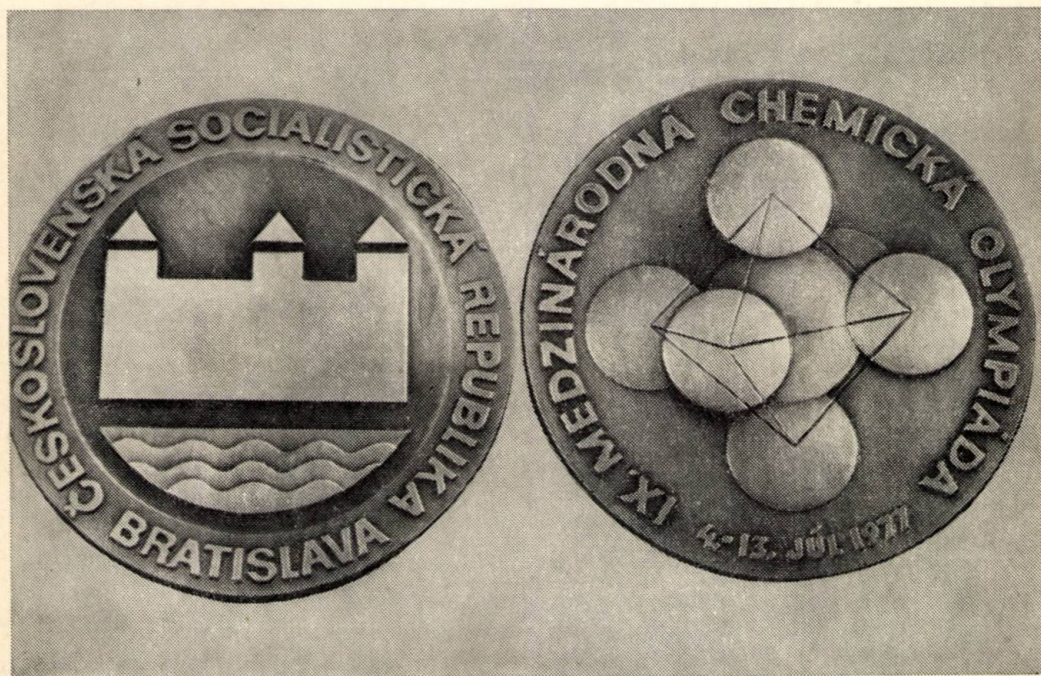
A KÉMIA TANÍTÁSA

1978

I

XVII. ÉVF.

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata



A KÉMIA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI
MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:

DR. BALÁZS LÓRÁNT

Szerkeszti:

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Szerkesztőség:

1406 Budapest VII., Gorkij fasor 17. Országos Pedagógiai Intézet Kémiai Tan-
széke. Telefon: 228-238, 228-203, 229-275,
228-609, 228-823. — Kiadja a Tankönyv-
kiadó, 1363 Budapest V., Szalay utca
10—14. — A kiadásért felelős a Tan-
könyvkiadó igazgatója. — Terjeszti a
Magyar Posta. Előfizethető bármely
postahivatalnál, a kézbesítőknél, a
Posta hírlapüzleteiben és a Posta Köz-
ponti Hírlap Irodánál (KHI, Budapest
V., József nádor tér 1., telefon: 180-850,
postacím: 1900 Budapest) közvetlenül
vagy postautalványon, valamint át-
utalással a KHI 215—96 162 pénzforgal-
mi jelzőszámra. Előfizetési díj egy
évre: 14,— Ft.

9283 — Révai Nyomda, Budapest
F. v.: Bede István

ISSN 0451—6419

Megjelenik évente négyszer

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket gé-
pelve, két példányban küld-
jék meg a szerkesztőség
fenti címére. — A papír-
lapnak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal írja-
nak. Egy-egy oldalra 30
sort gépeljenek. A sor hosz-
za 66 betűhely. A cikkek
terjedelme legfeljebb 4—5
gépelte oldal lehet. A rajzo-
kat, táblázatokat külön la-
pon, megfelelő ábraszöveg-
gel (aláírással) ellátva
küldjék be.

Szerkesztőség

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Hinora Sándorné, Kovács László, dr. Körner
Miklósné, Michalovszky Csabáné, dr. Pataki László,
dr. Rácz Fodor Benő, dr. Rozgonyi Jánosné, Sárdi
Béláné, dr. Szűcs László

TARTALOM

<i>Dr. Korcsmáros Iván (1913—1977)</i>	1
<i>Z. Orbán Erzsébet: A molekulák szerkezete</i>	2
<i>Guczoghy Lajosné—Guczoghy Lajos: A vé-</i> <i>konyréteg kromatográfia alkalmazása a</i> <i>kémia oktatásában</i>	17
<i>Becker Istvánné—Hartmann Hildegard—</i> <i>Székely György: A IX. Nemzetközi</i> <i>Kémiai Diákolimpia</i>	20
<i>Hronszy Imre: Az első kémiai újságokról</i>	28
<i>Folyóiratszemle</i>	32
<i>Kémiantanárók VIII. Országos Konferen-</i> <i>ciája</i>	B/3

*Fedőlapon: A Pozsonyban tartott IX. Nemzet-
közi Kémiai Diákolimpia emléklakettje*

DR. KORCSMÁROS IVÁN
1913–1977

Ismét nagy veszteség érte a kémiatanárok táborát. Örökre eltávozott sorainkból Dr. Korcsmáros Iván a Pécsi Tanárképző Főiskola Kémiai Tanszékének volt vezetője.

Pályafutását középiskolai tanárként kezdte 1939-ben. A pécsi főiskolán 1950 és 1976 között dolgozott. A felszabadulás óta rendkívül sokat tett a szocialista szellemű tanárképzés kialakításáért és fejlesztéséért. Munkásságának magas színvonalát és jelentős hatását tanítványainak százai tapasztalhatták. Igazi pedagógus, ízig-vérig nevelő egyéniség, az ifjúság nagy barátja volt és maradt. A főiskolával és az ifjúsággal nyugdíjbavonulása után sem szakadtak meg kapcsolatai.

Tudományos tevékenységét is a tanárképzés érdekeinek szolgálata hatotta át. Jegyzeteiből, tanulmányaiból, módszertani elveiből az elmúlt negyedszázadban végzett kémiatanár generáció merítette ismereteit, tanulta a dialektikus gondolkodás hasznosságát és szépségét.

Kommunista oktató volt, közéleti aktivitása, harcos egyénisége példaként hatott. Meggyőződésből küzdött a szocialista tanárképzésért, mindig a közérdekért, sohasem önmagáért. Becsülettel szolgálta a tudományt, a tanárképzést, a közművelődést.

Mindnyájunk által szeretett „Iván bácsi” szenvedélyes harcát befejezte. A testi erő gyengének mutatkozott, a nagy szellem erőfeszítéseitől idő előtt össze-roskadt. Tanítványai és szellemi örökösei folytatjuk munkáját, törekedve arra, hogy ugyanolyan becsülettel, emberséggel, önzetlen tisztességgel tegyünk, mint az ő példájából tanultuk.



A molekulák szerkezete

A kémiai átalakulások során az atomok között kialakuló kémiai kötések, a képződött molekulák szerkezete szoros kapcsolatban van a molekulákból felépülő anyagok tulajdonságaival. Ezért a molekulák szerkezetét jellemző geometriai adatok (alak, kötéshossz, kötésszög) ismerete rendkívül fontos az anyagok viselkedésének értelmezése szempontjából. A fenti adatok általában mérhetők, viszonylag pontosan meghatározhatók, így megbízható segítséget nyújtanak a molekulák szerkezetének magyarázatához is.

A molekulák szerkezetének kvalitatív leírására több módszer ismert, így régebben találkoztunk az ún. oktett elv alkalmazásával, amely a nemesgáz-szerkezet elérésére való törekvésen alapult, számos szakirodalomban találkoztunk ma is azzal az elmélettel, amely a kovalens kötések kialakulását, irányítottságát a hibridpályák feltételezésével magyarázza. Ezek az elméletek vagy nem elég általános érvényűek, vagy magyarázatuk meghaladja a középiskolai kémiatanítás lehetőségeit. Ezért az új gimnáziumi tananyag kialakításánál egy egyszerűbb, általánosabb érvényű, a molekulák mérhető tulajdonságain alapuló módszert választottunk, amely a kvantumkémiai elvekkel összhangban megbízható, kvalitatív képet ad a molekulák szerkezetéről, alakjáról. Ez az ún. *vegyértékelektron-pár tasztási elmélet* (VEPT-elmélet), amely szerint a kettőnél több atomból álló molekulák alakja és elektroneloszlása szemléletesen leírható a molekulában a központi atom körül levő vegyértékelektronok (kötő- és nemkötő párok) kölcsönhatása alapján.

Az elmélet a tankönyvben leírt atommodellel és az elektronszerkezet kiépülésére vonatkozó törvényszerűségekkel összhangban van. Tudjuk, hogy a molekulákban is érvényes a *Pauli-elv* és a *Hund-szabály*, amely szerint egy molekulapályán is legfeljebb csak két ellentétes spinű elektron lehet, és az azonos spinű elektronok egymás közelében való tartózkodásának valószínűsége kisebb, mint az ellentétes spinűeké. Ez utóbbi az oka annak, hogy a molekulában az elektronok általában párokba (kötő- és nemkötő párok) rendeződnek (néhány eset kivételével, amelyekre később kitérünk).

A fenti két alapelvvel a VEPT-elmélet összhangban van, és ezen az úton található meg a kapcsolat az atomok és az atomokból felépülő molekulák szerkezete között. Az atomok szerkezetének ismerete alapján tudjuk megállapítani, hogy hány kötő- és nemkötő pár kialakulására számíthatunk a molekulában, ebből következően, hogy egy-egy atom hány másik atommal képes kapcsolatba lépni. A VEPT-elmélet — a molekulák kialakulásával foglalkozó többi elmélettel szemben — nem azt vizsgálja, hogy milyen módon jönnek létre az atomok kapcsolódása során a molekulák. Inkább a molekulák szerkezetének leírására ad egyszerű, az eddigi elméleteknél rugalmasabb megoldásokat.

A molekulák szerkezetének ilyen értelmezése tartalmában és szemléletében egyaránt új a középiskolai kémiaoktatásban. Az elmélet alapjait az első osztályban rakjuk le, majd később a szerves és a szervetlen anyagok megismerése során alkalmazzuk, érvényességi körét bővítjük.

A molekulák alakjának, szerkezetének leírása, értelmezése főleg a szervetlen kémiában jelentős, ahol sokféle atomból felépülő molekulák szerkezetét kell

egységes elvek alapján értelmezni. A tankönyvben megadott elvek a szervesetlen anyagok molekuláinak magyarázatához nem minden esetben elegendők, ezért a következőkben összefoglaljuk a VEPT-elmélet főbb jellemzőit, megtesszük a szükséges kiegészítéseket, példaként leírjuk azoknak a molekuláknak a szerkezetét, amelyek a második osztályban a szervesetlen kémia tanítása során szóba jöhetnek, és amelyekre a tankönyv nem tér ki.

Az elmélet részletes leírása a feltüntetett szakirodalomban megtalálható, ezért a következőkben csak azokat a legfontosabb jellemzőket foglaljuk össze, amelyek a tanítás során, az ismertebb anyagok molekuláinak leírásakor problémát okozhatnak.

Először összefoglaljuk azokat az ismereteket, amelyek a tankönyvben a molekulák térbeli felépítésével kapcsolatban találhatók. Ezek a következők:

- a molekulák szerkezetének megértéséhez elegendő az atomok vegyérték-héján levő elektronokkal foglalkozni;

- az atomtörzsek a molekulaképződés során lényegesen nem változnak meg;

- az atomok vegyértékelektronjai (vagy egy részük) a molekulában — ellentétes spinnel — kötőpárt alkotnak, vagy — ugyancsak ellentétes spinnel — nemkötő párként tartoznak a megfelelő atomtörzshöz;

- a vegyértékhején levő elektronpárok (kötő és nemkötő) igyekeznek egymástól a legtávolabb kerülni. Az elektronpárok taszítása határozza meg a molekula alakját, térbeli felépítését;

- a kötőpárok lehetnek *lokalizáltak*, azaz két atomot összekötő egyenes mentén *lokalizált* molekulapályán mozoghatnak; de az elektronok sok esetben nemcsak két atom között vagy nemkötő párban lokalizálva, hanem több atomot összekapcsoló *delokalizált* pályákon is mozoghatnak, azaz *delokalizáltak* is lehetnek.

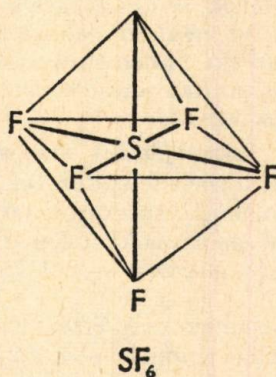
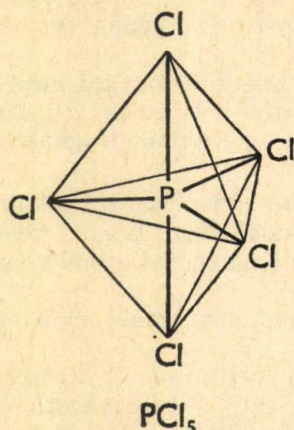
A tankönyv azt is megadja, hogy milyen az elektronpárok elrendeződése azokban a legegyszerűbb esetekben, amikor a központi atom összes külső elektronpárja kötést létesít más atomokkal (BeF_2 , BF_3 , CH_4 , lineáris, sík-háromszög, tetraéder). Ezzel kapcsolatban definiálja a kötőszöget. Majd ismerteti a központi atom nemkötő párjának (párjainak) kötőszög módosító hatását (NH_3 , H_2O). A többszörös kötések esetén — az etilén példáján — ugyancsak bemutatja a kötőszög módosulását. A delokalizált kötésrendszer-nél (pl. összetett ionok) megállapítja, hogy a térbeli felépítést a lokalizált (szigma-) kötések határozzák meg, a delokalizált kötések a molekula alakját lényegesen nem befolyásolják. (Sajnos ez a megállapítás csak közvetett, az ábrákból látható, de nincs egyértelműen megfogalmazva a tankönyvben. Az összetett ionok szerkezetének tanításakor ezt a fontos elvet meg kell mondanunk.)

A molekulák felépítésének értelmezéséhez szükséges fogalmak közül a tankönyv megadja a kovalens vegyérték, továbbá a kötésrend meghatározását, ismerteti a kötési energiát.

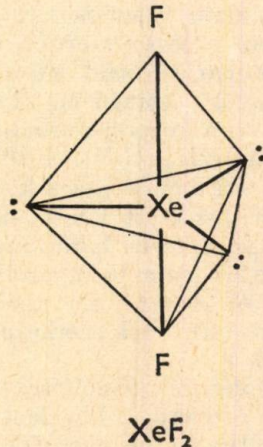
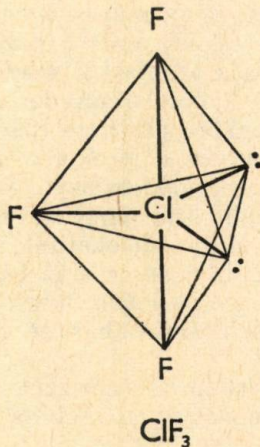
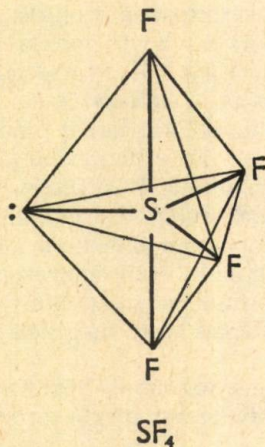
A molekulák szerkezetének szélesebb körű értelmezéséhez, a szervesetlen, illetve a szerves anyagok molekuláinak leírásához a fenti alapelveket ki kell egészíteni a következőkkel:

1. Szükség van az *öt*, illetve *hat* elektronpáros szerkezet ismeretére (a hatnál több elektronpárt tartalmazó központi atomú molekulákkal nem fogunk találkozni). Meg kell említeni, hogy *öt* elektronpár elrendeződése nem vezet egyértelműen egy adott geometriai formához. Legtöbbször az elektronpárok egy

trigonális bipiramis csúcsai felé mutatnak (PCl_5), de lehetséges a négyzetes piramisos forma is. Hat elektronpár esetén az oktaédres elrendeződés a legkedvezőbb forma (SF_6).



Meg kell említeni, hogy az öt elektronpáros trigonális bipiramisos forma esetében a kötések nem egyenértékűek. Három, ún. ekvatoriális pár egy síkban van, egymással 120° -os szöget zár be. Ezekre merőlegesen helyezkedik el a két ún. axiális pár, amelyek közvetlen szomszédaikkal 90° -ot zárnak be. Ezért a nagyobb helyigényű párok (nemkötő pár, kettős kötés) mindig ekvatoriális helyzetbe kerülnek, mint azt pl. az SF_4 -, a ClF_3 - és az XeF_2 -molekula szerkezetén láthatjuk:



(A fentiek alapján az axiális kötések mindig hosszabbak, mint az ekvatoriális kötések.)

Az 1. táblázatban feltüntetjük néhány olyan egyszeres kötésű molekula szerkezetét, amelyben a központi atomhoz azonos atomok kapcsolódnak. (A: atomtörzs, X: kötőpárok száma, E: magányos párok száma.)

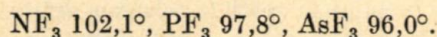
2. Meg kell említeni, hogy a molekulák alakját, a kötésszöveget a nemkötő párokon és a többszörös kötéseken kívül a kapcsolódó atomok minősége,

Az elektron-párok száma	A nem-kötő párok száma (E)	Molekula-típus	Molekula alakja	Példák
2	0	AX_2	lineáris	$BeCl_2$
3	0	AX_3	síkháromszög	BF_3
	1	AX_2E	V alak	$SnCl_2$
4	0	AX_4	tetraéder	CCl_4
	1	AX_3E	trigonális piramis	NH_3
	2	AX_2E_2	V alak (szög)	H_2O
5	0	AX_5	trigonális bipiramis	PCl_5
	1	AX_4E	szabálytalan tetraéder	SF_4
	2	AX_3E_2	T alak	ClF_3
	3	AX_2E_3	lineáris	XeF_2
6	0	AX_6	oktaéder	SF_6
	1	AX_5E	négyzetes piramis	IF_5
	2	AX_4E_2	négyszög	XeF_4

illetve *elektronegativitása* is befolyásolja. Általában a nagyobb elektronegativitású atom kötőpárjának térigénye kisebb (kivételt képez a hidrogén, amely nem illik bele az elektronegativitási sorba), ami a kötőszög csökkenését okozza. Például a foszfor-halogenidek esetében a kötőszög: PI_3 120° , PBr_3 $101,5^\circ$, PCl_3 $100,3^\circ$, PF_3 $97,8^\circ$.

A molekulában a nemkötő elektronpárok és a kapcsolódó atomok elektronegativitásának hatása lényegesen nagyobb abban az esetben, ha a központi atom vegyértékheja *nem telített*. (Telítetlen az atom vegyértékheja, ha kevesebb elektronpárt tartalmaz, mint amennyi maximálisan elhelyezhető.)

Például az alábbi molekulákban a vegyértékhejon négy elektronpár van (három kötő- és egy nemkötő pár), de amíg a nitrogén esetében a négy pár a vegyértékhejat telítetté teszi, a foszfor és az arzén esetében telítetlen marad a vegyértékhej:



3. A molekulák szerkezetének, geometriai adatainak meghatározásához fontos tudnunk a molekulában a központi atom körül elhelyezhető elektron-párok (kötő- és nemkötő párok) lehetséges számát, a *koordinációs számot*. A koordinációs szám az atomtörzs méretétől és töltésétől, továbbá a vegyérték-elektron-párok méretétől, illetve helyigényétől függ. A periódusos rendszer csoportjaiban általában az atomi méretek növekedésével nő a koordinációs szám, a periódusokban viszont, ugyancsak az atomi méretek változásának megfelelően csökken. A 2. táblázatban láthatjuk az atomtörzseknek a vegyértékelektron-párokra vonatkozó koordinációs számát.

Tapasztalatok szerint a központi atom körül a molekulában (az első periódus elemeinél egy elektronpár), a második periódus elemeinél négy elektronpár helyezhető el maximálisan, míg a magasabb periódusokban 6—9 a lehetséges elektronpárok száma. A táblázat adatai szerint a N, O és a F számított koordinációs száma (3, 3, 2) nem egyezik meg a gyakorlatban tapasztalható négyes koordinációval. Ennek oka valószínűleg az, hogy az atomtörzs nagy töltése következtében kis mérete mellett is képes megtartani négy elektronpárt, melyek így meglehetősen össze vannak nyomva. Ennek számos fontos következménye van, például egyik oka annak, hogy a C-től a F-ig az elemek

2. táblázat

	r atomtörzs (nm)	r kötő elektronpár (nm)	Koordinációs szám
Li	0,060	0,085	8
Be	0,031	0,074	4—6
B	0,020	0,061	4
C	0,015	0,062	4
N	0,011	0,059	3
O	0,009	0,057	3
F	0,007	0,057	2
Ne	0,006	0,056	2
Na	0,095	0,085	9
Mg	0,065	0,085	9
Al	0,050	0,075	8
Si	0,041	0,076	6
P	0,034	0,076	6
S	0,029	0,075	4—6
Cl	0,026	0,073	4
Ar	0,023	0,072	4
K	0,133	0,087	9
Ca	0,049	0,081	9
Ga	0,062	0,068	9
Ge	0,053	0,069	9
As	0,047	0,074	7—8
Se	0,042	0,075	6
Br	0,039	0,075	6
Kr	0,036	0,075	6

annyira különböznek a periódusos rendszer megfelelő csoportjában levő többi elemtől.

4. A molekulák jellemző adatai közül — mint említettük — a tankönyv foglalkozik a kötésszöggel, a kötési energiával, de nem említi a molekulák fontos és mérhető jellemzőjét, a *kötéstávolságot*. Kötéstávolságon a kovalens kötésben levő atomok magjai közötti távolságot értjük. Kétagatomos, azonos atomokból felépülő molekulák esetében, a kötéstávolság felét *kovalens sugárnak* nevezzük. (A kovalens sugarak természetesen mindig kisebbek a szabad atomok sugaránál.) Azokban az esetekben, amikor különböző atomok kapcsolódnak össze a molekulává, a kovalens sugarat nem tudjuk ilyen egyértelműen megállapítani a kötéstávolságtól. A kovalens sugarak értéke ugyanis függ a kapcsolódó atomok számától, minőségétől, a kötés jellegétől, továbbá attól, hogy egyszeres vagy többszörös kötés kapcsolja össze az atomokat. Többszörös kötés esetén a kötéstávolság kisebb, de a kötés erőssége nagyobb.

A kötéshossz kapcsolatban van a *kötésrenddel*: az egyes kötésről azt mondjuk, hogy a kötésrend egy, a kettős kötés kötésrendje kettő stb. Azok a kötések, amelyek kötéshossza az egyes és a kettős vagy a hármas és a kettős között van, törtrendű kötések, ezekben az esetekben valószínű a delokalizáció.

A kötéshossz alapján tudunk tehát következtetni a kötések számára, erősségére, a delokalizált kötésekre, a delokalizáció mértékére.

A 3. táblázat néhány atom kovalens rádiuszát tünteti fel. A 4. táblázatban néhány egyes, kettős és hármas kötés kötéshosszát hasonlíthatjuk össze.

A kötéshosszal összefüggő kötési energia értékeket, a legfontosabb kötésekre a tankönyv 95. oldalán levő táblázat tartalmazza. Fontos tudnunk, hogy a kötő elektronpárok térigénye a kötéstávolságokat a kötésszögekhez hasonló

3. táblázat

Kovalens sugarak (nm)

Li	0,145	Na	0,180	K	0,220
Be	0,105	Mg	0,150	Ca	0,180
B	0,081	Al	0,125	Ga	0,130
C—	0,077	Si	0,117	Ge	0,122
C=	0,067	P—	0,110	As—	0,121
C≡	0,060	P=	0,100	As=	0,111
N—	0,070	S—	0,104	Se—	0,117
N=	0,062	S=	0,094	Se=	0,107
N≡	0,055	Cl	0,099	Br	0,114
O—	0,066	Ar	0,096	Cr	0,111
O=	0,062			Sb	0,141
F	0,064			Te	0,137
Ne	0,062			I	0,133

Kötéshosszak (nm)

4. táblázat

C—C	C—N	N—N	C—O	N—O
0,154	0,147	0,147	0,143	0,136
C=C	C=N	N=N	C=O	N=O
0,133	0,122	0,125	0,123	0,122
C≡C	C≡N	N≡N	C≡O	N≡O
0,121	0,115	0,109	0,113	0,106

módon, de ellenkező értelemben befolyásolja, a nagyobb elektronegativitású atom vagy magányos pár a szomszédos kötéstávolságokat növeli.

A fenti ismeretek alapján tekintsük át az ismertebb, a középiskolai kémia tanításában gyakrabban előforduló molekulák szerkezetét a periódusos rendszer szerint.

A második periódus elemeivel külön kell foglalkoznunk, mert nagymértékben különböznek a többi periódus elemeitől, ugyanakkor egymástól is sok tekintetben különböznek, ami — többek között — a következőkkel függ össze:

— a második periódusban (a C-től kezdődően) az atomtörzs mérete oly kicsi, hogy maximum négy elektronpár számára van hely, több elektronpár csak többszörös kötés esetén fordulhat elő. Mivel egy kettős kötés helyigénye kisebb, mint két egyes kötésé, a kis méretű, de nagy töltésű atomtörzsek között gyakori a többszörös kötés. Ezért a többszörös kötések képzése a C, N és O atomok jellegzetessége.

— A második periódusban változik legnagyobb mértékben az atomtörzsek mérete (0,06—0,006 nm) és az atomok elektronegativitása.

— A periódus elején levő elemek (Be, B) vegyértékhéja általában molekula-képződés esetén sem lesz telített, míg a további (C, N, O, F) elemek telítetté válnak.

E tényezők erősen befolyásolják a vegyértékelektron-párok térigényét, a vegyértékhéj betöltöttségét, ennek következtében a második periódusba tartozó atomokból felépülő molekulák szerkezete külön-külön jellegzetes tulajdonságokat mutat. A többi periódus elemei sokkal egységesebb elvek szerint viselkednek.

Meg kell jegyezni, hogy a VEPT-elmélet nem tesz különbséget s, p, illetve d állapotú elektronok között. A molekula szerkezetét, a kovalens kötések lehetséges maximális számát az atomtörzsnek a vegyértékelektronokra vonatkoztatott koordinációs számával értelmezi (lásd 2. táblázat).

A legfontosabb molekulák szerkezete a VEPT-elmélet alapján

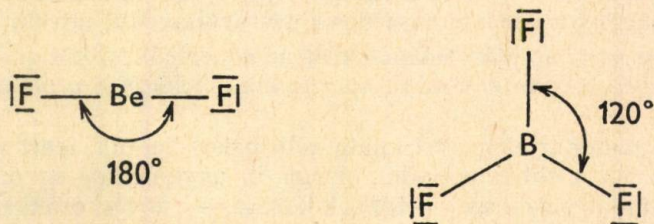
A lítium, a berillium és a bór

	Li	Be	B
atomtörzs mérete (nm)	0,06	0,031	0,02
atomtörzs töltése	+1	+2	+3
vegyértékhéj szerkezete	$2s^1$	$2s^2$	$2s^2 2p^1$

A központi atom körül elhelyezkedő elektronpárok számát a koordinációs szám szabja meg. Ebből következik, hogy a 2. táblázat adatai szerint a Li atomtörzs körül 8, a Be esetében pedig 6 elektronpár is lehet a vegyértékhéjon. Az atomtörzs kis töltése miatt a maximális koordinációs számnak megfelelő állapot a legritkább esetekben alakul ki. A *lítium* általában ionos kristályokat képez, mert lazán kötött elektronját szívesen leadja. A lítiumnak azonban ismeretesek olyan hidrátjai is, amelyben tetraéderesen négy, illetve oktaéderesen nyolc vízmolekula veszi körül az Li^+ -iont.

A *berillium* általában két kötőpárral AX_2 típusú lineáris molekulákat képez, mint pl. BeF_2 .

A berillium atomtörzsének nagyobb töltése miatt szívesen fogad be több elektronpárt a vegyértékhéjára, és ilyenkor általában AX_4 típusú tetraéderes szerkezetű molekulák (komplex ionok) alakulnak ki (BeF_4^{2-} , $\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4^{2+}$ -ionok).



A *bór*nak három vegyértékelektronja van. Gyakran alkot AX_3 típusú, síkháromszög alakú molekulákat, amelyekben a kötésszög 120° , pl. BF_3 . Mivel a három kötőpár a bór vegyértékhéját nem telíti (koordinációs száma 4), szívesen képez AX_4 típusú tetraéderes szerkezetű molekulákat, illetve ionokat is, pl. BH_4^- , BF_4^- -ionok. A bór hidrogénvegyületeinek (boránoknak) szerkezete bonyolult. A bór kémiaja és sztereokémiaja rendkívül jelentős, de nem tartozik a középiskolai tananyagba, ezért részletesen nem tárgyaljuk.

A középiskolai kémia tantárgy szempontjából a periódus következő elemei (C, O, N, F) a fontosabbak, vegyületeikkel többet foglalkozunk. Ezért molekulák szerkezetét részletesebben kell áttekintetünk.

A szén

atomtörzs mérete (nm): 0,015,

atomtörzs töltése: +4,

vegyértékhéj szerkezete: $2s^2 2p^2$ (4 vegyértékelektron).

A szén négy vegyértékelektronja leggyakrabban négy tetraéderesen elhelyezkedő elektronpárt alakít ki olyan molekulákban, amelyekben a szén mint központi atom szerepel, pl. CH_4 , CCl_4 , CF_4 molekulák. Ezek a molekulák tehát AX_4 típusúak.

A legfontosabb CX_4 típusú molekulákat és azok kötésszögeit az 5. táblázat tartalmazza.

Látható, hogy a kötésszögek — különböző atomok kapcsolódása esetén — a VEPT-szabályoknak megfelelően módosulnak.

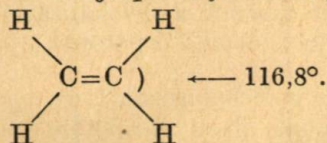
5. táblázat

	$\widehat{\text{HCH}}$		$\widehat{\text{HCH}}$	$\widehat{\text{XCH}}$	$\widehat{\text{XCX}}$
CH_3F	$110,3^\circ$	CH_3F	110,3	108,3	
CH_3Cl	$110,5^\circ$	CH_2F_2	111,6		108,3
CH_3Br	$111,2^\circ$	CHF_3		110,5	108,8
CH_3I	$111,4^\circ$				
			$\widehat{\text{HCH}}$	$\widehat{\text{XCH}}$	$\widehat{\text{XCX}}$
		CH_3Cl	110,5	108,5	
		CH_2Cl_2	112,0	104,7	111,8
		CHCl_3		108,6	110,4

Az AX_4 geometria érvényesül a gyémánt kristályrácsában is.

Előfordul, hogy a szén csak három lokalizált kötést létesít három másik atommal, ebben az esetben a molekula alakja *síkháromszög*. Az ilyen molekulák esetében a szén negyedik elektronja vagy kettős kötést képez pl. az etilénben, vagy delokalizált kötésrendszer alakul ki, mint pl. a CO_3^{2-} -ionban vagy benzolban.

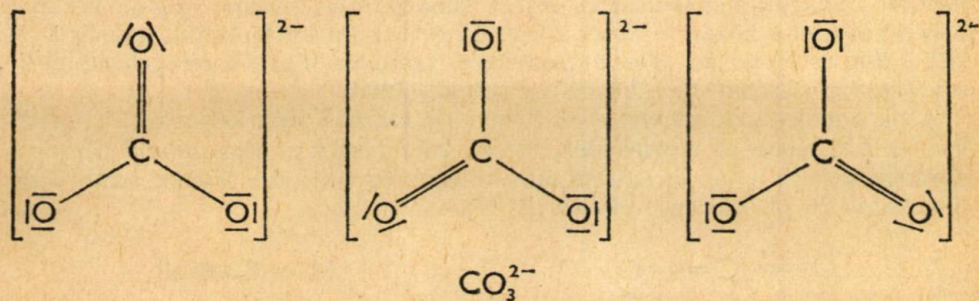
Egy kettős kötés esetén az AX_3 típus a jellemző, példa erre az etilén:



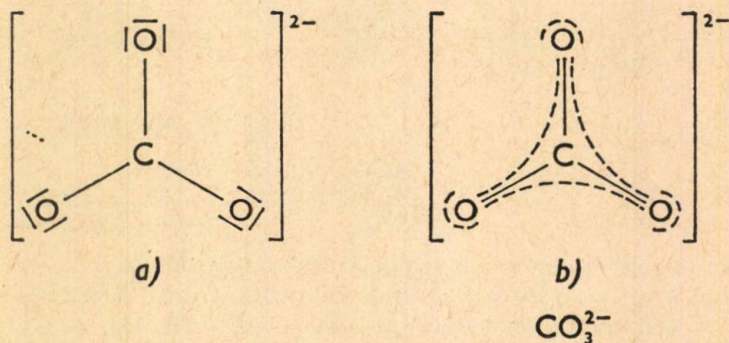
A kötésszög (a VEPT-szabályoknak megfelelően) nem pontosan 120° .

Síkháromszög szerkezete van az AX_3E típusú molekuláknak, illetve a központi atomnak is, ha a magányos elektronpár delokalizált. Legismertebb példa erre a karbonátion (CO_3^{2-}).

A karbonátion szerkezetét régebben kettős kötések feltételezésével magyarázták:



A kötéshosszak mért értékei alapján ma már bizonyított, hogy a három C—O kötés egyenértékű. A kötések hossza nagyobb, mintha kettős kötések tételeznének fel, de kisebb, mint egyszeres kötések esetében lenne. A három egyenértékű kötésnek megfelelően a szögek 120° -osak, az alak síkháromszög. Ez a szerkezet azzal magyarázható, hogy a három egyszeres kötés (a három kötőpár) nem telíti a szénatom vegyértékhéját (*a*), a szén, mint központi atom négy vegyértékelektron-párral stabilizálódik. Ezért az oxigénatomok nemkötő párjaival delokalizált pi-kötésrendszert alakít ki (*b*), amely biztosítja a négyes koordinációnak megfelelő elektronsűrűséget, a szénatomtörzs körül. A kötésrend ebből következően egynél nagyobb lesz. A C—O kötések az elektronegativitásoknak megfelelően polárosak.

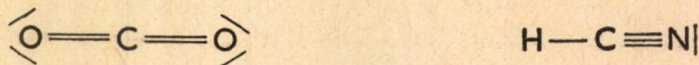


A karbonátion szerkezetét tehát az ábrán látható módon jelöljük, ahol a szaggatott jel a delokalizált kötések jelzi. Az oxigénatomok nemkötő párjait nem tudjuk feltüntetni az eddig megszokott módon (pl. *a*), hiszen bizonyos mértékig mind részt vesznek a delokalizációban. Ezért gyakran vagy egyáltalán nem tüntetik fel a nemkötő párokat, vagy a *b* ábrán látható jelölést alkalmazzák.

A delokalizáció mértéke nem határozható meg pontosan, ezért a kötésrend számszerű megállapítása az ilyen delokalizált kötésrendszerek esetében — amelyeknél az összes kötés egyenértékű és nincs magányos elektronpár a központi atomon — ugyancsak nem lehet pontos. A kötésrend értékére a kötéshossz mért értéke alapján következtethetünk. A kötéshossz és a kötésrend kapcsolata nem pontosan definiált, ez az oka annak, hogy sok könyvben a kötéshossz, illetve a kötésrend értékekre eltérő adatokat kapunk, de ennek a molekulák alakja szempontjából nincs jelentősége.

Így pl. a BF_3 -, a CO_3^{2-} -, a NO_3^- - és az SO_3 -molekulák, ill. ionok szerkezete hasonló, alakjuk síkháromszög, mivel mindegyikben három szigma kötőpár helyezkedik el a központi atom körül, függetlenül a kötésrendtől, amely 1-től (BF_3) 2-ig (SO_3) terjed. Hasonló szerkezet található a grafit rétegrácsában is, a kötésszög a szénatomok között ugyancsak 120° .

Azok a molekulák, amelyekben a szén két kettős kötést képez más atomokkal, az AX_2 típusnak megfelelően *lineáris* felépítésűek pl. szén-dioxid. Hasonló szerkezetűek az egyes és egy hármas kötésű központi szénatomot tartalmazó molekulák is, pl. hidrogén-cianid (HCN).



Meg kell említeni még a szén-monoxidot is, amelynek molekulájában a C- és O-atomok hármassal kötődnek össze, hasonlóan N_2 -molekulához.

A nitrogén

atommérete (nm): 0,011,

atomméret töltése: +5,

vegyértékhéj szerkezete: $2s^2 2p^3$ (5 vegyértékelektron).

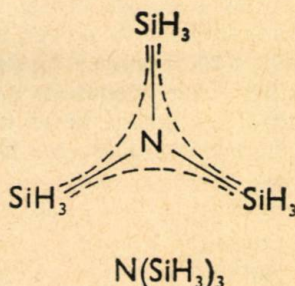
A nitrogén mint központi atom igen változatos felépítésű molekulákat képez.

Az AX_4 szerkezetnek megfelelően tetraédres felépítésűek pl. az NH_4^+ , vagy az NF_4^+ összetett ionok, amelyekben a központi nitrogénatomhoz négy kötőpár tartozik.

Leggyakoribb geometriai elrendeződés a nitrogénvegyületek esetében az AX_3E szerkezet. Ebben az esetben a molekula alakja a magányos elektronpár delokalizációjától függ.

Ha a magányos pár *nem delokalizálódik*, tehát hatása a molekula alakjára érvényesül, piramisos forma alakul ki (a tetraédres elrendeződés a VEPT-szabályok szerint módosul). Ilyen molekulák például:

	kötésszög
NH_3	107,5°
NF_3	102,1
NHF_2	102,9° (FNF)
NH_2OH	107,0° (HNN)

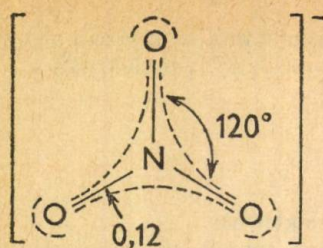


A nemkötő pár delokalizációja megváltoztatja a molekula alakját. Például a $N(SiH_3)_3$ molekula alakja síkháromszög, a kötésszög 120°. Ez a nitrogénatomon levő zsúfolt elektronpárok közötti erős taszítással magyarázható, aminek következtében a nitrogén nemkötő elektronpárja *delokalizálódik*, azaz geometriai szempontból inaktívvá válik (a molekula alakjára nincs hatással). Általában, amikor a zsúfolt vegyértékhéjű elemek (C, O, N, F) a molekulában magányos párt tartalmaznak és telítetlen vegyértékhéjű atomokkal kapcsolódnak, akkor a magányos elektronpár részben delokalizálódik a másik atom telítetlen vegyértékhéjára.

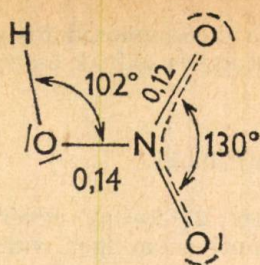
A két nemkötő párt tartalmazó AX_2E_2 elrendeződés ritkábban fordul elő, ilyen pl. a vízmolekulához hasonló felépítésű NH_2^- amidion, az HNN szög a két kötőpár miatt a tetraédresnél jóval kisebb, csak 105°.

A legismertebb AX_3 típusú szerkezete az NO_3^- -ionnak van, amelynek felépítése teljesen hasonló a CO_3^{2-} -ionhoz. Az ion alakja síkháromszög a kötésszögek 120°-osak, a kötéshossz nagyobb az egyszeres kötésnél, ennek megfelelően a kötésrend is nagyobb egynél. A három kötés egyenértékű, az ion szimmetrikus felépítésű. A nitrátion szerkezetének magyarázata hasonló a karbonátióhoz. Mivel a N-atom vegyértékhéja 3 elektronpárral nem telített, az oxigénatomokkal delokalizált kötésrendszert alakít ki.

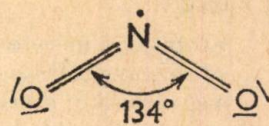
Hasonló szerkezetű a HNO_3 -molekula is, de a kötéshossz és a kötésszög kissé módosul (lásd ábra), hiszen a központi nitrogénatom telítetlenségét csak két oxigénatomtól tudja fedezni (mivel a harmadik oxigénatomhoz H is kapcsolódik), a delokalizáció is csak a nitrogénatomra és a két oxigénatomra terjed ki.



NO_3^-



HNO_3

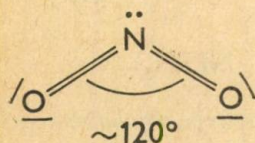


NO_2

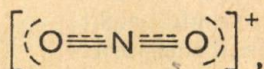
AX_2E szerkezetűek az olyan, páratlan elektront tartalmazó molekulák, mint az NO_2 . A páratlan elektron befolyásolja a molekula alakját, ezért az nem lineáris (min. pl. a CO_2), a kötésszög 134° . (A páratlan elektron térigénye kisebb, mint egy nemkötő páré, ezért a kötésszög 120° -nál nagyobb).

Hasonló szerkezetű a NO_2^- -ion is, amelyben a kötésszög a várakozásnak megfelelően 120° -nál kisebb.

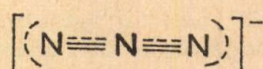
A N-nek ismertek olyan vegyületei is, amelyek molekuláiban a nitrogénatom két többszörös kötésű központi atomként szerepel, ezek AX_2 típusú szerkezetek, a molekulák felépítése lineáris. Például: NO_2^+ , N_3^- . Ezekben a molekulákban a nitrogénatom nemkötő párja delokalizálódik, ezért a molekulák alakját a két kettős kötés határozza meg. A delokalizációt bizonyítja, hogy ezekben a molekulákban a kötéshossz kisebb, mint ez a kettős kötésnek megfelelne.



NO_2^-



NO_2^+



N_3^-

A fenti molekulákban látható, hogy a nitrogénatomhoz 5 elektronpár tartozik. Ez a többszörös kötések kisebb helyigényéből következik. Tudjuk, hogy egy kettős kötés vagy hármas kötés helyigénye kisebb, mint két egyszeres vagy három egyszeres kötésé, ezért az olyan molekulákban, amelyekben a nitrogén többszörös kötések képez, lehetséges, hogy öt kötőpárt tartson meg vegyértékheján (öt vegyértékű legyen). A nitrogénnek ez a törekvése érthető, ha figyelembe vesszük, hogy magtöltése igen nagy, +5.

Összehasonlítva a NO_2 -molekula és a NO_2^- -, valamint a NO_2^+ -ionok szerkezetét, jól látható a lokalizált (aktív) és a delokalizált (inaktív) nemkötő elektronpár hatása a molekula alakjára.

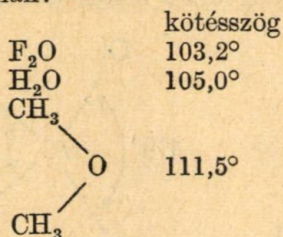
Az oxigén

atomtörzs mérete (nm): 0,009,

atomtörzs töltése: +6,

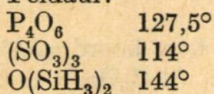
vegyértékhej szerkezete: $2s^2 2p^4$ (vegyértékelektronok száma 6).

Az oxigén, mint központi atom, leggyakrabban AX_2E_2 szerkezetű molekulákat képez. A négy elektronpár (két kötő- és két nemkötő pár) telíti az oxigénatom vegyértékhéját. A kötésszögek a VEPT-szabályok szerint alakulnak. A legismertebb ilyen molekulák:



Ha az oxigén olyan atomokhoz kapcsolódik, amelyeknek vegyértékhéja telítetlen (pl. kén vagy foszfor), nemkötő párpai jelentősen delokalizálódnak, ami a kötésszög megnövekedését okozza, így azok mindig nagyobbak a tetraéderesnél ($109,5^\circ$)

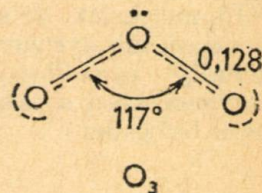
Például:



Az oxigénatom AX_3E típusú molekulákat is képez, mint pl. az H_3O^+ -ion, amelynek szerkezete az ammóniamolekulához hasonlít. Hasonló szerkezetet alakít ki az oxigénatom több komplex vegyületben is.

AX_2E szerkezetű molekula az ózon (az egyetlen ilyen fajta molekula). A kötésszög 117° , a központi oxigénatom nemkötő párja következtében. Az oxigénatom másik nemkötőpárja delokalizálódik, ezért az $O-O$ kötések hossza az egyes kötésnél kisebb.

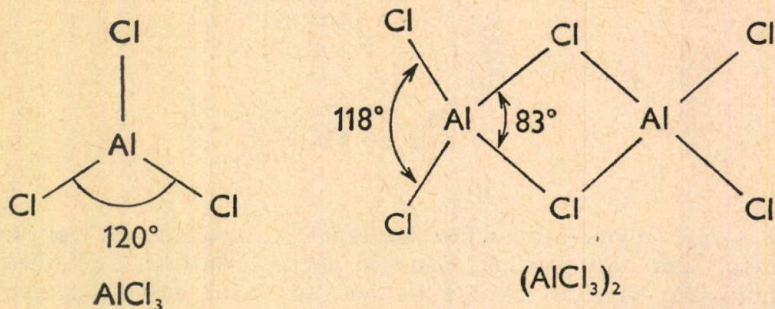
(Az oxigénatom nem tud négynél több elektronpárt megtartani a vegyértékhéján — mint azt a nitrogénatom esetében tapasztaltuk — annak ellenére hogy atomtörzsének töltése $+6$. Ennek oka az oxigénatomtörzs kisebb mérete.)



A magasabb számú periódusok elemeire is megállapítható, hogy a periódus elején levő elemek (pl. alkálifémek, alkáliföldfémek) vegyértékhéja molekula-képződés során sem lesz telített. Ezeknek az elemeknek atomtörzse nagyméretű, ezért nagyszámú elektronpár befogadására lenne képes (nagy a lehetséges koordinációs szám), atomtörzsük töltése azonban kicsi ($+1$, $+2$), így a méretnek megfelelő koordinációs szám ritkán valósul meg. Lazán kötött vegyértékelektronjaikat szívesen leadják, elsősorban ionos vegyületeket képeznek. A szilárd kristályrácsban a tetraéderes 4-es koordináció, az oktaéderes 6-os koordináció valósul meg leggyakrabban, de előfordul a 8-as koordináció is, a ligandumok méretétől függően.

Az alumínium (Ga, In, Tl) atomtörzsének töltése $+3$, vegyértékhéján három elektron van, elvileg mindhárom elektron részt vesz a kötések kialakításában. Példa erre a síkháromszög alakú AX_3 típusú $AlCl_3$ -molekula. A telítetlen vegyértékhéj további elektronok befogadására képes, ami lehetővé teszi pl. az $AlCl_6^{3-}$, AlF_4^{3-} -ionok képződését. Az $AlCl_3$ -molekula — a hőmérséklettől függően — könnyen dimerizálódik, és $(AlCl_3)_2$ -dá alakul, amelyben az alumínium atomtörzse körül már négy kötőpár van, a dimer molekula ezért AX_4

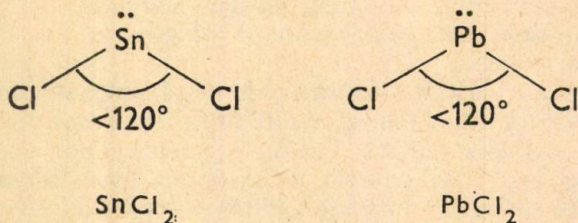
típusú. A dimer molekulák halogénhidakon keresztül alakulnak ki (ábra), a kötőszögek erősen módosulnak a monomer AlCl_3 -molekulához képest. (A hídkötések kialakulására úgy kerül sor, hogy az alumínium atomtörzsének telítetlen vegyértékheja befogadja a halogénatom nemkötő elektronpárját.)



Az alumínium gyakran képez AX_4 típusú tetraéderes komplexeket is pl. AlH_4^- , AlCl_4^- .

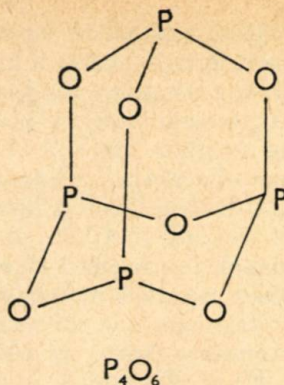
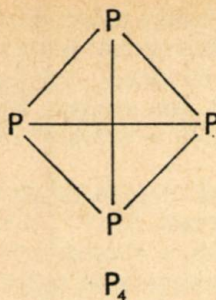
Az alumíniumnak igen sok 6-os koordinációjú, AX_6 típusú vegyületét is ismerjük. Ilyenek például az $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ és az $\text{Al}(\text{OH})_6^{3-}$ komplex ionok, amelyek oktaéderes felépítésűek.

A szilícium (germánium, ón, ólom) atomtörzsének töltése +4, vegyértékheján négy elektron van. Gyakoriak a négy elektronpáros AX_4 típusú molekulák pl.: SiCl_4 vagy $\text{Ge}(\text{CH}_3)_4$. Az is gyakran előfordul, hogy a molekulában egy nemkötő és két kötőpár alakul ki, ilyenek például a szög alakú SnCl_2 - és PbCl_2 -molekulák. Az atomtörzs mérete négynél több elektronpár befogadását is megengedi, ilyenkor általában oktaéderes elrendeződés alakul ki, mint pl. az SnF_6^{2-} - és az $\text{Pb}(\text{OH})_6^{2-}$ -ionokban. (A szilícium éppen azért különbözik oly nagymértékben a széntől, mert vegyértékheja négynél több elektronpárt is képes befogadni.)



A foszfor (arzén, antimon és bizmut) vegyértékheján öt elektron van, atomtörzsük töltése +5. Molekulaképződés során gyakran alakítanak ki 5 kötőpáros AX_5 típusú vegyületeket pl. PCl_5 , PF_5 , amelyek trigonális bipiramisos elrendezésűek. Ismertek azonban olyan molekulák is, amelyekben egy nemkötő és három kötőpár alakul ki (AX_3E), pl. PCl_3 , PF_3 . Ezekben a molekulákban a kötőszögek a VEPT-szabályoknak megfelelően alakulnak (PF_3 97,8°, PCl_3 100,3°). Érdekes megjegyezni, hogy a tetraéderes P_4 -molekula AX_3E szerkezetű, azaz három kötőpár van minden foszforatom körül. A foszfor oxidjaiban ugyancsak gyakori az AX_3E szerkezet, pl. P_4O_6 .

Részletesebben kell foglalkoznunk a kénvegyületek molekuláinak szerkezetével.



A kén

atomtörzsének mérete (nm): 0,029,

atomtörzsének töltése: +6,

vegyértékhéj szerkezete: $3s^2 3p^4$ (6 vegyértékelektron).

A kén ugyancsak változatos típusú molekulákat alkot. Koordinációs száma maximálisan hat lehet, a kötőpárok száma 2—6 között, a magányos párok száma 0—2 között változhat. A leggyakoribb molekulatípusok:

Kötő- párok száma	Nem- kötő párok száma	Molekula		Példa
		típusa	alakja	
2	1	AX_2E	szög	SO_2
2	2	AX_2E_2	szög	H_2S
3	0	AX_3	sík-háromszög	SO_3
4	0	AX_4	tetraéder	SO_4^{2-}
4	1	AX_4E	trigonalis bipiramis	SF_4
6	0	AX_6	oktaéder	SF_6

Az egyik legismertebb molekula a kén-hidrogén H_2S . Összehasonlításképpen feltüntetjük néhány hasonló típusú molekula kötőszögét:

H_2S 92,2°

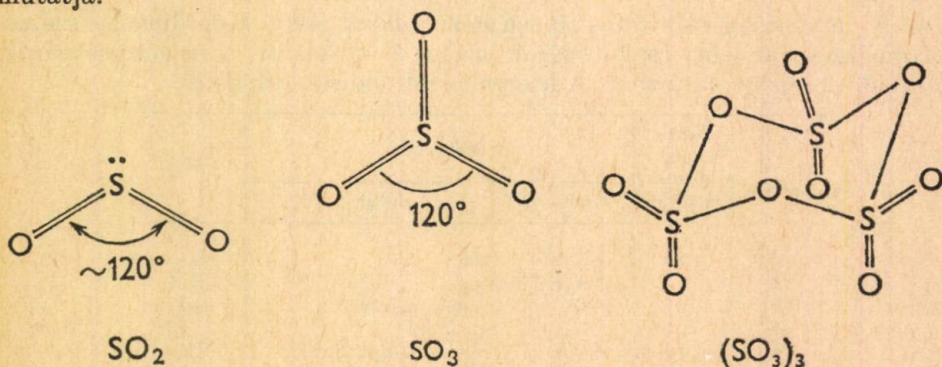
SCl_2 98,0°

$S(CH_3)_2$ 105,0°

Mint látjuk a vegyértékszögek kisebbek, mint a megfelelő oxigénvegyületek esetében tapasztaltuk (H_2O 105°, OCl_2 111°) ez összefügg a kén nagyobb méretével és kisebb elektronegativitásával. Így pl. a kén-hidrogénben a kén kisebb elektronegativitása miatt az elektronsűrűség a kénatomtörzs környezetében kisebb, a kötőpárok nincsenek olyan közel a központi atomhoz mint a vízben, a kötések kevésbé polarizáltak. Az atomtörzs nagyobb mérete következtében a nemkötő párok jobban kielégíthetik helyigényüket, ezért a kötőpárok közelebb kerülnek egymáshoz. A kötőszög ennek megfelelően sokkal kisebb mint a vízmolekulában, csak 92,2°. A SCl_2 -molekulában a kötőszög nagyobb, 98°, ami összefüggésben van azzal, hogy a hidrogén nem illeszthető be az elektronegativitás szerinti sorba. A hidrogénatomtörzsek kis mérete miatt az $X-H$ kötések térigénye (taszítása) mindig kisebb, mint az a hidrogén elektronegativitásának megfelelően. A SCl_2 -molekulában a klóratom elektronegativitásának megfelelően alakulnak a kötőszögek.

Az AX_2E típusú molekulák legismertebb képviselője a kén-dioxid. A kén- és az oxigénatomtörzsek között a kötéshossz értékek szerint kettős kötés van. Az SO_2 -molekula a nemkötő pár jelenléte miatt szög alakú (eltérően a hasonló összetételű CO_2 -molekulától), a kötésszög $119,5^\circ$, ami nagyon közel van az ideális 120° -os szöghöz. Ez a $S=O$ kettős kötés és a nemkötő pár hasonló nagyságú taszító hatásának a következménye.

A kén-trioxid-molekulában a kötéshossz értékek alapján ugyancsak kettős kötések kell feltételezni a kén- és oxigénatomtörzsek között. A molekula az AX_3 geometriának megfelelően síkháromszög alakú, a kötésszögek 120° -osak. Az $S=O$ kötések mindkét molekulában erősen polárosak az oxigén nagyobb elektronegativitása miatt. A több oxigént tartalmazó kén-trioxid-molekulában ezért a kénatomtörzs körül az elektronsűrűség kisebb, mint a kén-dioxid-molekulában. Ez az oka annak, hogy kén-dioxid stabilisabb molekula, mint a kén-trioxid. Így pl. a kén-trioxid hajlamos további elektronok befogadására a vegyértékhéjára, inkább mutat akceptor sajátságokat, könnyen trimerizálódik $(SO_3)_3$ -má alacsonyabb hőmérsékleten, ez utóbbi sajátságot a kén-trioxid nem mutatja.



A négy vegyértékelektron-páros elrendeződés közül az AX_4 típus jellemző példája az SO_4^{2-} összetett ion. A szulfátion felépítése szimmetrikus, szigorúan tetraéderes kötési szögekkel. A szulfátion szerkezete az eddig megismert összetett ionokéhoz (CO_3^{2-} , NO_3^{2-}) hasonlóan értelmezhető. A négy elektrópárral koordinatívén telítetlen kénatom az oxigének nemkötő párjaival delokalizált kötésrendszert alakít ki. A kötéshosszak rövidebbek, mint az egyszeres kötéshossznak megfelelő, a kötésrend tehát egynél nagyobb.

AX_4 szerkezetű a kénatom a H_2SO_4 -molekulában is, de a kötések átrendeződése miatt a kötésszögek és a kötéshosszak módosulnak. Az $S-OH$ kötések hosszabbak, mint az $S-O$ kötések, ami azzal magyarázható, hogy a kénatomtörzs elektronhiányát elsősorban azoktól a oxigénektől fedezi, amelyekhez nem kapcsolódik hidrogén, a delokalizáció is csak ezekre a kapcsolatokra terjed ki.

AX_4E típusú pl. a SF_4 -molekula, amely a négy kötőpáron kívül egy nemkötő párt is tartalmaz ekvatoriális helyzetben.

A hat kötőpárt tartalmazó SF_6 -molekula oktaéderes szimmetriájú.

A halogénelemek vegyületei között ugyancsak változatos típusú molekulákkal találkozunk. Ezek azonban nem kerülnek tárgyalásra a középiskolai kémiatanításban, így részletezésükre nem térünk ki.

Az előzőek rövid, vázlatos áttekintésének adják a molekulák szerkezetére vonatkozó VEPT-elméletnek. Az elmélet alaptételei közül azokat foglaltuk

össze, amelyek az egyszerűbb molekulák szerkezetének, szimmetriaviszonyainak értelmezéséhez szükségesek, és amelyek alapján a molekulákból felépülő anyagok sajátságai megbízhatóan értelmezhetők. Példaként a középiskolai tananyagban (elsősorban a szervetlen kémiában) szereplő fontosabb molekulák szerkezetét vizsgáltuk.

IRODALOM

Gillespie, R. J.: Molecular Geometry. Van Nostrand Reinhold Co., London, 1972.

Csákvári Béla: Szervetlen vegyületek molekulageometriája a vegyértékelektronpárosítási elmélet alapján. „A kémia újabb eredményei” c. sorozat 30. kötete. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1976.

Török Ferenc: Gillespie módszer, molekulaalak. Fizikai Szemle, XXV. évf. 1975/22. szám.

Török Ferenc: A molekulák elektronszerkezete középfokon. Természet Világa, 1976/10. szám.

GU CZOGHY LAJOSNÉ

országos szakfelügyelő

Than Károly Vegyipari Szakközépiskola

GU CZOGHY LAJOS

kutatómérnök

Chinoin Gyógyszer és Vegyészeti
termékek Gyára

A vékonyréteg kromatográfia alkalmazása a kémia oktatásában

A kémiai kutatás és a műszaki fejlesztés egyaránt feltételezi az analitikus gondolkodást és felhasználja az analitika módszereit; még inkább így van ez a kiindulási anyagok és végtermékek minősítésénél. E téren egyre növekvő jelentőségre tesznek szert a vékonyréteg kromatográfiás (VRK) vizsgálatok.

A VRK alapelveit és alkalmazását részletesen tárgyalja G. Vernin „Vékonyréteg-kromatográfia” című könyve. (Műszaki Könyvkiadó. Ára: 27,50 Ft)

Jelen cikkünkben olyan lehetőségre szeretnénk felhívni a figyelmet, melyre az említett könyv 1973-as kiadása még csak utal. (Előre készített vékonyréteg lemezek.) Ezeket a módszereket a kutatásban és az iparban már alkalmazzák, így az oktatásával is érdemes foglalkozni. (1)

Az előre gyártott VRK lemezek lehetőséget nyújtanak gyors analitikai vizsgálatok elvégzésére. Mi a kereskedelmi forgalomban kapható 20×20 cm-es lemezeket csíkokra osztjuk, majd ezeket kisebb lapokra vágjuk^a. Az így nyert kis lapokkal számos feladatot sikerült megoldanunk. Ezek nemcsak olcsóbbak és gyorsabb velük a munka, mint a nagy lapokkal, hanem olyan esetekben is felhasználhatók, amikor 20×20 cm-es lapokkal nem boldogulunk. A rövid kezelési idő alatt ugyanis lényegesen kevesebb bomlással, (oxidációval), anyagszökéssel kell számolnunk. A kis lemezek alkalmazása lehetőséget ad anyagok tisztaságának vizsgálatára, keverékek elválasztására, sőt technológiai folyamatok követésére is.

Példaképpen megemlíthetjük, hogy egy ezer tonnás üzem gyártásközi gyors ellenőrzését ilyen módszerrel tudtuk megvalósítani.

Ennek a gyártásnak egyik közbenső terméke a hidroxetil-hidrazin. Előírás, hogy ez az anyag nem tartalmazhat 1%-nál több kiindulási hidrazinhidrátot.

Minták



1.



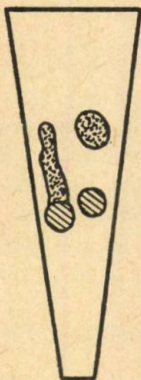
2.



3.



4.



5.



6.

A reakcióelegyből kivett minta és egy standard VRK-kromatogramjának összehasonlítása mutatja, hogy a vizsgált anyag megfelel a követelményeknek. (A 2. minta legfelső foltja származik a hidrazinhidráttól.)

A VRK-nak igen nagy jelentőséget tulajdonítunk a kémia oktatásában. Megkönnyíti a kémikus-analitikus gondolkodás elsajátítását: jól szemlélteti a hőmérséklet és reakcióidő összefüggéseit, a színeképződéssel pedig követhetők, magyarázhatók a kémiai történések.

Az általunk alkalmazott kis méretű lapnak az említetteken kívül még további előnyei is vannak: nem kell hozzá speciális futtatókád — megfelel az egyszerű drázsés üveg — a kifejlesztés mindig egyenletes, a felhasznált oldószer és az előhívó mennyisége minimális.

Példák:

1. 1 ml-es fiolát kis drázsés üvegbe állítunk és belemérünk kb. 1 mg C-vitamint, majd feloldjuk 1 csepp (kb. 30 mg) vízzel. Kihúzott op-kapillárisal felvesszünk kb. 1 cm-es folyadékoszlopot, és több érintéssel a lapra visszük^{b,c}. Az érintések között szünetet kell tartani, hogy a víz elpárologjon. Ha a felviteli pont szemmel láthatóan megszáradt (egy-két perc), csipesz segítségével megfogjuk a lap felső szélét és a kifejlesztő elegybe tesszük. Itt jegyezzük meg, hogy igen sok anyag kromatografálására bevált a három csepp ecetsav, három csepp víz, négy csepp izo-butanol elegy. Példáinkban csak ilyen elegyet használunk. (Ez természetesen nagyobb térfogatban előre is elkészíthető. Használat előtt célszerű összeválogatni.)

Amint a kifejlesztő elegy frontja felfut a lap végéig, csipesszel kivesszük, és várunk, amíg kissé megszárad, majd befújuk 5%-os p-nitro-benzil-piridint tartalmazó acetonnal. (Erre a célra bármilyen, az ilatszerboltban kapható szóró megfelel.)

A lapot ezután öt percen át kb. 130 °C-on tartjuk infralámpa alatt vagy szárítószekrényben. A C-vitamint rózsaszín folt jelzi. A megjelenő foltot ceruzával halványan bekarikázzuk, megjegyzések kíséretében lerajzoljuk és kiszínezzük, mert a foltok változhatnak és el is tűnhetnek (3. minta).

Ha a lapot melegítés után trietilamin gőzbe helyezzük, a folt színe erősebbé válik, különösen ha a melegítést és a trietil-aminos kezelést megismételjük.

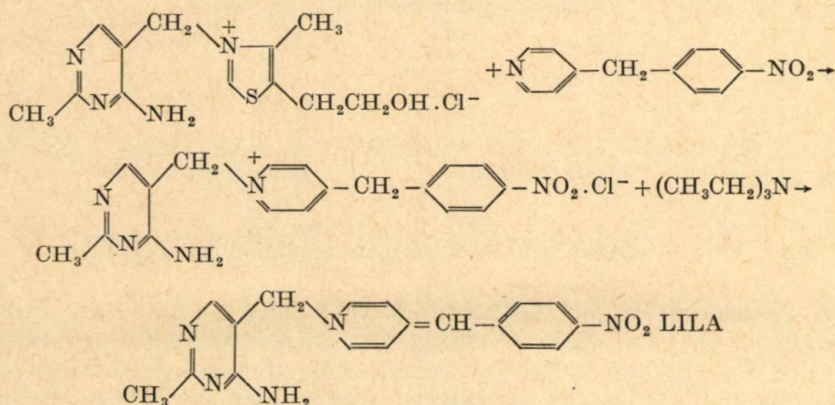
Ezután kiszámítjuk a hozzávetőleges Rf értékeket: ha pl. a folt középpontja a felvitel helyétől 20 mm-re van kb. 0,7-es Rf értéket kapunk (teljes futás magasság: foltmagasság = 1 : x) (1. ábra).

2. Az előző példában részletezett módon megvizsgálhatjuk a B₁-vitamint is. Ez melegítés hatására nem ad foltot, trietil-amin gőzben azonban igen szép, lila szín jelenik meg, mely levegőn elhalványodik. Ismételt melegítés és trietil-aminos kezelés hatására a folt még sötétebb

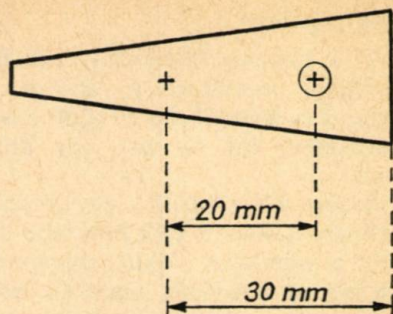
3. Ebben a példában keveréket vizsgáltunk. A lap szélétől 2 mm-re olyan szőlőszörpből vittünk fel nyolc érintésnyit, mely 19 mg/ml B₁-vitamint, és 32 mg/ml C-vitamint tartalmazott. A lap másik szélétől 2 mm-re 60 mg/ml B₁-vitamint és 20 mg/ml C-vitamint tartalmazó vizes oldatot kromatografáltunk (5. minta). A mintán jól látható, hogy a szőlőszörpben levő anyagok (cukrok, savak) jelentősen zavarták az elválást; ilyenkor célszerű kevesebb anyagot felvinni. (Egy-két érintést, esetleg kromatografálás előtt fel kell hígítani az oldatot.)

A 6. mintán 1, 2, 4 érintésnyi szörpöt fejlesztettünk ki. Látható, hogy csak az egy érintésnyi ad viszonylag jó elválást.

A példákban alkalmazott hőmérsékleten többféle reakció mehet végbe. A B₁-vitamin esetében valószínűleg a következő kémiai történések kísérője az intenzív lila szín (2):



Rövid ismertetőkhöz azért választottunk vitaminokat, mert ezek ipari jelentősége és alkalmazásuk körülményei (a hatásos és elégséges dózisok a különböző életszakaszokban és a különféle betegségeknél) az érdeklődés középpontjában állnak (3.4).



$$R_f = \frac{20}{30} = 0,7$$

1. ábra

Megjegyzések

a) A gyárilag készített lemezt (Fertigfolien) a „Reanal” gyár Import Osztálya hozza be rendelésre. A „Polygram^R SIL G/UV₂₅₄ Macherey-Nagel + CO” feliratú dobozban 25 db 20 × 20 cm-es lap van. Egy nagy lapból kb. 80 db kis lap készíthető, így — bár egy doboz ára 643 Ft a kis lap csak fillérekbe kerül.

Ezeket a kis lapokat úgy készítjük, hogy a nagy lapot négy egyenlő csíkra osztjuk. A kapott csík hosszabb oldalát 17 és 3 mm-es távolságokban megjelöljük; a szemközti oldalon ugyanezt tesszük, de ott az első 3 mm-es jel a széltől 8,5 mm-re kezdődik, majd ezt követi váltakozva a 17 és 3 mm-es bejelölés. A jelek mentén felére vékonyított gyufaszállal fokozatosan árkot húzunk a szilikagél rétegbe. (A mélyítést óvatosan kell végezni, hogy a megmaradó szilikagél réteg ne pattogjon le a fóliáról. A vonalzót is csak a szükséges mértékig szabad rászorítani a bejelöléskor.)

Ezt az előkészítő munkát mi átmenetinek szánjuk, mert lépéseket tettünk, hogy a kis lapokat gyári úton sorozatban készítsék, sőt összeállítottunk egy iskolai gyakorló dobozt, ami megkönnyíti a módszer ismertetését.

b) Az op-csöveket üvegfuvodáktól lehet beszerezni, de alacsony olvadáspontú üvegcsövekből magunk is elkészíthetjük. A kapilláris húzást egészen kis láng felett végezzük, ez a művelet sem igényel különösebb ügyességet.

c) A felvitt anyagnak lehetőleg kis pontszerű felületen kell maradnia; ez akkor sikerül, ha kapillárisunk kis átmérőjű és csak rövid ideig érintjük vele a lapot. A felvitel helyén (lehetőleg mindig 20 mm-re a lap aljától) célszerű halvány ceruzajel tenni.

d) A C-vitamin foltja előjön p-nitro-benzil-piridines befújás nélkül is, pusztán a melegítés hatására, de ilyenkor a szín gyorsan halványodik.

IRODALOM

1. B. H. Migdalop: J. Chem. Educ. 53 801 (1976)
2. J. Epstein: Anal. Chem. 27 1435-39 (1955)
3. Linus Pauling: Vitamin C, the Common Cold and the Flu
4. R. B. H. Wills and Co: Chromotographic Science. 15 262 (1977)

BECKER ISTVÁNNÉ
dr. vezető tanár

SZÉKELY GYÖRGY
OM főelőadó

DR. HARTMANN HILDEGARD
egyetemi adjunktus

A IX. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia

A IX. Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát 1977. július 4—13. között Pozsonyban rendezték meg az alábbi 12 ország középiskolás versenyzőinek részvételével: Ausztria, Belgium, Bulgária, Csehszlovákia, Jugoszlávia, Lengyelország, Magyarország, a Német Demokratikus Köztársaság, a Német Szövetségi Köztársaság, Románia, Svédország és a Szovjetunió. Valamennyi ország 4 versenyzőt küldött Jugoszlávia kivételével, ahonnan csak 3 tanuló érkezett meg. Pedagógus-megfigyelőkkel képviseltette magát Finnország és Törökország. Részt vett a rendezvényen Jurij Doncov elvtárs is, az UNESCO párizsi központjának munkatársa.

A magyar versenyzők 23 tagú, első keretének kiválasztása ebben a tanévben is az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny és a központi levelező kémiai szakkör eredményei alapján történt. A felkészítés az ELTE TTK Általános és Szervetlen Kémiai Intézetében két lépésben folyt le; ennek során felhasználták az olimpiát rendező csehszlovák versenybizottság által összeállított és megküldött gyakorló feladatgyűjteményt is. A második lépésben már 11 főre szűkített keretből az előkészítő foglalkozásokon elért elméleti és gyakorlati teljesítmények alapján az olimpiai csapat tagjaiul *Auth* Ferencet és *Vass* Jánost, a pécsi Nagy Lajos Gimnázium IV. osztályos tanulóit (tanáruk: *Kromek* Sándor) — *Jankó* Tamást, a győri Révai Miklós Gimnázium IV. osztályos tanulóját (tanára: *Dubraviczky* Dénes) — és *Nagy* Károlyt, a veszprémi Lovassy László Gimnázium IV. osztályos tanulóját (tanára: *Tölgyes* Józsefné) jelöltük ki. Tartalékok lettek: *Turány* Tamás, a budapesti Veress Pálné Gimnázium IV. osztályos tanulója (tanára: dr. *Szereday* Éva) és *Halácsy* Attila, a budapesti Vörösmarty Mihály Gimnázium III. osztályos tanulója (tanára: *Pál* Aladár). — A delegáció vezetésével dr. *Hartmann* Hildegard egyetemi adjunktust és *Becker* Istvánné dr. gyakorló gimnáziumi vezető tanárt bízta meg az Oktatási Minisztérium.

A delegációk július 4-én érkeztek meg Pozsonyba. Július 5-én nyitotta meg az olimpiát dr. *Marta Vlacihova* miniszterhelyettes a régi Városháza tükörtermében.

Július 6-án került sor az 5 órás időtartamú írásbeli elméleti versenyre.

Az orosz, angol, francia és német nyelven elkészített feladatokat a delegációk vezetői az előző nap estéjén kapták kézhez és fordították le a tanulók anyanyelvére. A feladatok az alábbiak voltak:

1. Három sötét hasonlított össze. Összegképletük $M_2S_2O_x$. Az x három különböző pozitív egész számot jelent, M pedig alkálifém. Mindegyik sóra érvényes az alábbi állítások közül néhány:

- Az anionra jellemző az $O-O$ kötés.
- Az anionra jellemző az $S-S$ kötés.
- Az anionra jellemző az $S-O-S$ kötés.
- A só előállítható hidrogén-szulfát hőbontásával.
- A só előállítható hidrogén-szulfát anódos oxidációjával.
- A só valamilyen szulfit vizes oldatának kénnel való reakciója során keletkezik.
- A só vizes oldata oldja az ezüst-bromidot.
- A só vizes oldatának az MOH bázissal való semlegesítése során az M_2SO_4 képletű szulfát keletkezik.
- A só vizes oldatban a $Mn(II)$ -sókat permanganáttá oxidálhatja.



dr. *Marta Vlacihova*

Feladat:

I. Határozza meg a képletben szereplő x számértékét mindhárom sóra és írja be ezeket a táblázatba (a képleteket egészítse ki), a sóra vonatkozó állítást pedig a képlettel egy sorban lévő négyszögbe írt megfelelő betűvel.

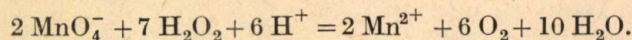
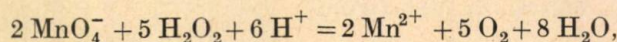
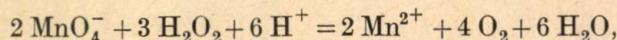
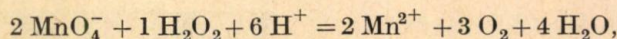
M_2S_2O					
M_2S_2O					
M_2S_2O					

II. Rajzolja le az említett három só anionjának szerkezeti képletét, ezekben tüntesse fel a σ - és a π -kötéseket.

III. Írja le a d , e , f , g , h , i állításokban szereplő folyamatok reakcióegyenletét.

(A teljes megoldás: 9 pont.)

2. Ha permanganát-ion hidrogén-peroxiddal reagál savas közegben, oxigéngáz fejlődik és mangán(II)-só keletkezik:



A feladat:

I. A négy reakcióegyenlet közül a helyes molarányt fejezi ki

- | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| a) mindegyik egyenlet | ☐ | A helyes válasznak megfelelő |
| b) csak néhány egyenlet | ☐ | négyszögbe rajzoljon keresztet |
| c) csak az egyik egyenlet | ☐ | és indokolja meg állítását! |
| d) egyik egyenlet sem | ☐ | |

II. Melyik reagens az oxidáló és melyik a redukáló komponens?

III. Mekkora tömegű kálium-permanganát szükséges ahhoz, hogy savas közegben, fölös mennyiségű hidrogén-peroxiddal 112 cm³ normál állapotú oxigéngáz szabaduljon fel?

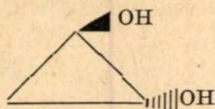
(A teljes megoldás: 6 pont.)

3. Az A, B, C, D és E betűk izomer ciklobután-dikarbonsavakat jelentenek, amelyek közül az egyik a racém módosulat. — Megállapították, hogy:

- csak C képez könnyen ciklikus anhidridet;
- B csak magasabb hőmérsékleten képez ciklikus anhidridet;
- az összes megvizsgált sav közül hevítés hatására csak A-ból hasad le CO₂;
- D és E magasabb hőfokon nem változik;
- A malonsav dietilészterének 2 mólja nártium-etilát (EtONa) hatására nátriumsóvá alakul, amely metilén-jodiddal (CH₂I₂) való reakciójakor tetraésztert ad: C₁₅H₂₄O₈. Ez az új észter 2 mól nátrium-etiláttal és 1 mól metilén-jodiddal egy C₁₆H₂₄O₈ összetételű tetraésztert ad. Ebből a vegyületből lúgos hidrolízissel és az ezt követő megsavanyítással tetrakarbonsav keletkezik, amely hevítéssel B és E keverékét adja.

Feladat:

I. Írja fel az A, B, C, D és E vegyületek képletét. Jelölje a gyűrű síkja fölött levő gyököt $\blacktriangle$ jellel, az alatta levőt pedig |||| jellel. Például:



II. Írja fel az a), b) és c) kémiai folyamatok egyenletét.

(A teljes megoldás: 8 pont.)

4. Egy $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ összegképletű és optikailag aktív észternek 11,6 g-ját vizes nátrium-hidroxid-oldat feleslegével melegen hidrolizálták. A hidrolízis befejezése után a lúgos reakcióelegyet többször kirázták éterrel. A vizes oldat optikailag inaktív volt. Az éterben oldott részleteket összeöntötték és vízmentes magnéziumsulfáttal megszárították. Szűrés után az étert az oldatból ledestillálták, a maradékot még egyszer desztillálták. Így — 100%-os kitermeléssel — 7,4 g egynemű folyadékot kaptak, amelynek forráspontja $\sim 100^\circ\text{C}$ volt.

Feladat:

I. Írja fel az észter szerkezeti képletét!

II. Mi lett volna az ugyanilyen összegképletű ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$) észter szerkezeti képlete, ha a lúgos hidrolízis után a fent leírt módszerrel nyert vizes oldat optikailag aktív lett volna?

III. Írja fel a nátronlúgos hidrolízis reakcióegyenletét mind a két fajta észterrel.

(A teljes megoldás: 7 pont.)

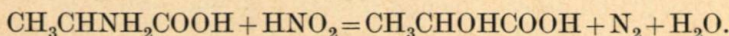
5. Egy egyvegyértékű fém — pl. Cu(I) — HA , ill. HB szerves savakkal alkotott, nehezen oldódó két sója egy adott pH-jú pufferoldatban telített oldatot képez.

Feladat:

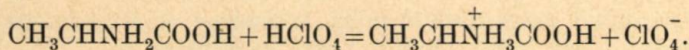
Fejezze ki általános alakú egyenletben az egyvegyértékű fémion koncentrációját az oldatban, ha két sójának oldékonysági szorzata K_{SA} , ill. K_{SB} és a megfelelő savak disszociációs állandói K_A , ill. K_B . A levezetésnek minden lényeges lépését fel kell tüntetni.

(A teljes megoldás: 10 pont.)

6. Az aminosavakat — *Van Slyke* módszerével — mennyiségileg úgy határozzák meg, hogy salétromossavval reagáltatva a felszabaduló nitrogén térfogatát mérik. Például:



Egy másik módszer: Az aminosavhoz perklórsav mérőoldatot adunk és ennek feleslegét nátrium-acetát mérőoldattal titrálva mérjük meg (nemvizes oldatban) Például:



Egy jégecetben oldott aminosav mintához $50,0\text{ cm}^3$ $0,100\text{ M}$ perklórsav-oldatot adunk, a reakció befejeződése után a perklórsav feleslegét $0,150\text{ M}$ nátrium-acetát mérőoldattal határozzuk meg. A fogyás $16,0\text{ cm}^3$.

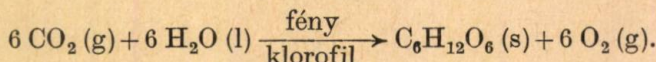
Feladat:

Mekkora térfogatú nitrogén szabadulna fel $102\,658\text{ Pa}$ nyomáson és 20°C -on,

ha ugyanakkora mennyiségű aminosav mintát *Van Slyke* módszerével határoznánk meg?

(A teljes megoldás: 5 pont.)

7. A fotoszintézis folyamatát az alábbi bruttó reakcióegyenlettel írjuk le:



E reakcióra 25 °C-on az alábbi adatok vonatkoznak:

$$\Delta H = 2,816 \cdot 10^6 \text{ J mol}^{-1},$$

$$\Delta S = -182 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

Tételezzük fel, hogy vannak olyan elektródok, amelyek lehetőséget adnak az elemi oxigén vízzé redukálására és a szőlőcukornak szén-dioxiddá oxidálására — tehát a *fotoszintézissel ellentétes reakciónak* galvánelemben történő lejátszatására.

Feladat:

I. Mekkora az elektromotoros ereje annak a galvánelemnek, amelyben fotoszintézis alkalmazásával a fényenergiát elektromos energiává alakítjuk át?

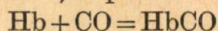
Megjegyzés: A borítékban megtalálható az elektromotoros erő és a reakció szabad entalpiájának változása között fennálló összefüggés — *de vigyázat!* Ha felbontja a borítékot, a helyes megoldásért járó pontok egy részét elveszti!

II. Ha a fotoszintézis egyenletében a „fény” szimbólumot kvantitatív adattal akarnánk kiegészíteni, azt kérdeznénk: Hány mól — például 500 nm hullámhosszú — foton vesz részt a reakcióban? Számítsa ki!

III. Mekkora elektromos teljesítményre képes egy vízi algákkal telt, fotoszintézist végző, kocka alakú medence, ha élhosszúsága 10 m, és 1 cm² felület megvilágításával átlagosan 1 mA erősségű áramot nyerhetünk?

(A teljes megoldás: 10 pont.)

8. A légkört — többek között — a robbanómotorok által termelt szén-monoxid is szennyezi. Ez azért mérgező hatású, mert a vér hemoglobinjával (Hb) karbonil-hemoglobint (HbCO) képez:



A karbonil-hemoglobinban a kémiai kötés kb. 200-szor erősebb, mint az oxihemoglobinban (HbO₂); ezért a lekötött hemoglobin oxigén-felvételre és átadásra nem képes. Nehézségek lépnek fel már akkor, ha a levegő 50 milli-omodrész szén-monoxidot tartalmaz, vagy ha a karbonil-hemoglobin koncentrációja a vérben eléri a 10%-ot.

Normális körülmények között a levegő oxigénje a tüdőben feloldódik a vérben; és a légzés fenntartja 1,6 · 10⁻⁶ M koncentrációját. A tüdő kapillárisaiban a vér hemoglobin-koncentrációja szintén állandó, 8 · 10⁻⁶ M.

Feladat:

I. Számítsa ki az oxihemoglobin képződésének sebességét és az oxigén-fogyás reakciósebességét. (37 °C-on, az emberi test normális hőmérsékletén a reakció sebességi állandója: $k = 2,1 \cdot 10^6 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$.)

II. Szén-monoxid mérgezéskor néha szükséges az oxihemoglobin képződési sebességét 1,1 · 10⁻⁴ dm³ mol⁻¹ s⁻¹ értékre növelni.

a) Számítsa ki a vér szükséges O₂ koncentrációját annak a kikötésnek figyelembevételével, hogy a vér hemoglobin-koncentrációja állandó.

b) Adja meg a gyakorlati megoldást azon feltétel mellett, hogy a vér oxigén-koncentrációja a tüdőbe belépő oxigén nyomásával egyenesen arányos.

(A teljes megoldás: 5 pont.)



Az írásbeli verseny

A 8 elméleti feladat teljes megoldásával egy-egy tanuló összesen 60 pontot érhetett el.

A dolgozatok elbírálása már 6-án este elkezdődött és másnap, 7-én is folytatódott. 7-én este sor került a laboratóriumi feladatok lefordítására; 8-án délelőtt ezek elvégzésére is 5 óra állt rendelkezésre:

9. Ebben a feladatban az egyik reagáló anyag koncentrációját vizuál-kolorimetriával határozzuk meg. A kísérletileg meghatározott adatokból grafikusán ábrázoljuk a reagáló anyag koncentráció-változását az idő függvényében.

Munkamenet:

I. Különböző koncentrációjú brómolatokból összehasonlító színskálát készítünk. — 0,01 m brómos vízből 10 egyforma kémcsőbe injekciós fecskendővel 10, 9, 8 ... stb. cm^3 -t mérünk be és tiszta vízzel 10,0 cm^3 -re egészítjük ki. A kémcsövek tartalmát összerázzuk, majd a kémcsöveket bedugaszolva fehér lap elé helyezzük. — Számítsuk ki a skála minden egyes kémcsövében levő bróm-oldat mólkonzentrációját!

II. A tulajdonképpeni reakció megvalósításához 100 cm^3 0,01 M brómolathoz elegyítsünk 1 cm^3 1,00 M hangyasavoldatot és összerázás után *a lehető leggyorsabban* öntsünk ki az elegyből 10 cm^3 -t a skála kémcsöveivel azonos nagyságú kémcsőbe. A színskálával való összehasonlítás alapján állapítsuk meg gyorsan a bróm-konzentrációt, majd annak változását az idő függvényében. A talált adatokat rögzítsük táblázatban, megadva az időt (t) és a koncentrációt ($[Br_2]$).

Feladat:

Ábrázoljuk grafikusán a brómkonzentrációt az idő függvényében és állapítsuk meg ebből a reakció felezési idejét.

I. Írjuk fel a hangyasav és a bróm közt lejátszódó reakció egyenletét, feltevezve, hogy azonos mólnyi mennyiségek reagálnak egymással.

II. Az analitikai kémiában a bróm mérőoldatot úgy állítják elő, hogy bromidot és bromátot együtt oldanak fel, majd az oldatot megsavanyítják. Magyarazzuk meg az eljárást kémiai egyenlet felírásával!
(A teljes megoldás: 10 pont.)

10. Nátrium-hipoklorit-oldatnak propanon(aceton)-oldattal való termometrikus titrálása alapján határozza meg, hogy a reakciókomponensek milyen arányban reagálnak egymással és ebből a reakciótermék minőségét.

Kivitel:

Ellenőrizze, hogy a két oldat felvette-e a laboratórium hőmérsékletét, majd mérjen be a hőszigetelt pohárba $100,0\text{ cm}^3$ 1 mólos nátrium-hipoklorit-oldatot, helyezzen bele hőmérőt és állandó keverés közben adagoljon hozzá bürettából $1,0\text{ cm}^3$ -enként 4 mólos aceton-oldatot. Minden egyes adagolás után keverje meg az elegyet a hőmérővel és jegyezze fel a legmagasabb hőmérsékletet. A titrálást addig végezze, amíg hőmérséklet-emelkedést tapasztal. Ezután már csak 3 alkalommal engedjen bele egy-egy adag aceton-oldatot és fejezze be a titrálást. — A felhasznált aceton-oldat és a hőmérséklet-változás adatai alapján rajzolja meg a titrálási görbét és ebből állapítsa meg a titrálás végpontját. — Fejezze ki mólarányban a reagáló anyagok ekvivalens mennyiségét, amelyet kísérletileg megállapított.

Feladat:

Írja fel a reakcióegyenletet és nevezze meg a reakciótermékeket!

Kérdések:

I. Írja le, hogy a mérési adatok felhasználásával hogyan tudná kiszámítani a reakcióhőt. Általánosan jelölje az összefüggéseket!

II. Írja le, hogyan tudná a reakcióelegyből a termékeket elkülöníteni és azonosítani?

(A teljes megoldás: 10 pont.)

11. Ismert súlyú ammóniumsóhoz lemerít térfogatú és ismert normalitású lúgoldatot adunk feleslegben. Forralással eltávolítjuk a felszabaduló ammóniát, majd savval való titrálással meghatározzuk a reakcióba nem lépett bázis mennyiségét. A mérési adatokból az ammóniumsó móltömege kiszámítható.

Kivitel:

A $0,001\text{ g}$ pontossággal lemerít ammóniumsó-mintákat (2 db) vigye át kvantitatíve $1\text{—}1\text{ 250 cm}^3$ -es titráló lombikba. Mindegyikhez mérjen be $50,0\text{ cm}^3$ $0,2$ normál nátrium-hidroxid-oldatot. A kapott oldatot néhány forráskönnnyítő üveggyöngy jelenlétében, kis lángon hevítse addig, míg a távozó gőzben már nem mutatható ki ammónia. Szobahőmérsékletre hűtve, brómtimolkék indikátor mellett titrálja meg az oldatot $0,1$ mólos oxálsavoldattal, maradandó sárga szín megjelenéséig.

Feladat:

A kísérleti adatokból számítsa ki az ammóniumsó móltömegét!

Kérdések:

I. Melyik közismert egyértékű szervetlen sav sójáról van szó?

Határozza meg a használt módszer abszolút és relatív hibáját.

III. Írja le $1\text{—}1$ reakció egyenletét, amellyel a só alkotó ionok minősége az oldatban kimutatható.

(A teljes megoldás: 10 pont.)

A 3 laboratóriumi feladat teljes megoldásával $10\text{—}10$ pontot; a hibátlan technikai kivitelezéssel újabb 10 pontot — összesen 40 pontot szerezhetett egy-egy versenyző.

A laboratóriumi teljesítmények értékelését a zsüri 8-án este kezdte meg és 9-én fejezte be. Esetére sor kerülhetett az olimpia végeredményének megállapítására. Az elméleti és a gyakorlati verseny együttes, maximálisan elérhető teljesítménye tanulónként 100 pont volt. A 95 pont feletti összteljesítményt első díjjal — a 84—94 közöttit második díjjal — a 64—83 pont közöttit harmadik díjjal jutalmazta a zsüri.

A magyar versenyzők elért eredményét az alábbi táblázat tükrözi:

Név	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8.	Elmélet	9. 10. 11. Techn.]	Gyak.	Együtt	Díj
Jankó	8,5 6 8 7 10 5 8,75 5	58,25	9 7 10 9	35,0	93,25	II.
Vass	8,5 6 8 7 10 5 5 5	54,50	9,5 10 10 9,25	38,75	93,25	II.
Auth	7,5 6 5 7 7 5 6,25 5	48,75	10 7 9 9,5	35,50	84,25	II.
Nagy	8,0 5 3,5 3,5 2 5 2,5 4	33,50	10 8,5 10 8,25	36,75	70,25	III.
Össz.:		195,00		146,00	341,00	

Az egyes csapatok összteljesítménye (a nem hivatalos csapatverseny eredménye) az alábbi:

1. Csehszlovákia	372,40 pont	7. Német Szövetségi Közt.	315,50 pont
2. Szovjetunió	344,25 pont	8. Német Dem. Közt.	307,50 pont
3. Magyarország	341,00 pont	9. Románia	298,55 pont
4. Lengyelország	334,50 pont	10. Bulgária	277,25 pont
5. Svédország	329,00 pont	11. Jugoszlávia (3 fő)	159,75 pont
6. Ausztria	326,50 pont	12. Belgium	158,75 pont



A magyar delegáció

Az olimpia szakmai programját több kirándulás, fogadás és egy üzemeltetés egészítette ki. — Július 11-én délelőtt a nemzetközi zsüri megvitatta a tantárgyban a tanítási órán kívüli nevelés megvalósításának problémáit.

Az olimpia záróünnepségére július 12-én került sor a régi Városháza tükörmérmében. A díjakat és az okleveleket dr. Jan Gazo professzor, a nemzetközi zsüri elnöke adta át a versenyzőknek. — Este dr. Juraj Busa professzor, a Szlovák Szocialista Köztársaság iskolaügyi minisztere vacsorán látta vendégül az olimpia valamennyi résztvevőjét. Ezen emléklakettet nyújtottak át minden küldöttség számára.

Dr. Zygmunt Kozłowski docens, a lengyel delegáció vezetője bejelentette, hogy a legközelebbi kémiai diákolimpiát Lengyelország kívánja megrendezni.

A delegációk július 13-án utaztak el.

A magyar tanulók sikeres olimpiai szereplését jó hazai versenyteljesítmények előzték meg. A csapat 4 tagja közül 3 két ízben, 1 pedig egy ízben végzett az első 10 helyezett között az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyen.

DR. HRONSZKY IMRE

egyetemi adjunktus, BME Filozófiai Tanszék

Az első kémiai újságokról

(A Chemisches Journal és az Annales de Chimie a 18—19. sz. fordulóján)

A tudomány fejlődésében a tudományos információk terjedésének sebessége is fontos szerepet játszik. Különös érdeklődésre tarthatnak számot azok a formák, intézményesített eszközök, amelyek elősegítik az információk terjedését, kicserélődését. Összefüggés állapítható meg a tudományos kutatás állapota, fejlettsége és a közlési formák között. Gondoljunk csak például arra, hogy a korszerű tudományos szemlélet kialakítására ma a kézikönyvekkel szemben előtérbe kerültek az adott tudományág legújabb eredményeit gyorsan összefoglaló ún. paperback (kb. puhafedelű) típusú könyvecskék, sorozatok, hiszen a kézikönyvek elkészítésének hosszabb határideje már jelentős avulási tényezőként lép fel. Érdekes azon is elgondolkodni, hogy a 17. században, de korunkban újra a tudósok közötti közvetlen levélváltás a tudományos ismeretek kicserélésének egyik nagyon hatékony és fontos formája, noha az indokok részben mások.

A szaktudományos újságok megjelenése a tudományfejlődés fontos csomópontját jelzi. Legtöbbször arra utal, hogy az adott területen a tudomány olyan differenciálódása ment végbe, hogy egy-egy részterület már önálló diszciplínaként jelentkezhetsen, vagy legalábbis, hogy adott területen a publikációk száma már olyan nagy, hogy a publikációk már nem közölhetők gyorsan a korábbi folyóiratok mértéktelen felduzzasztása nélkül. Néha éppen új, speciális folyóirat alapítása ad végső lökést az adott diszciplína kifejlődésének. Persze a tudományok történetében nemcsak az önálló diszciplínává válás miatt alapítottak periodikát. Az alkalmat néha új tudományos iskola, új nézőpontot védő kutatók egy csoportjának kialakulása adta. Az új folyóirat elősegítette a hasonló jellegű írások koncentrálását, sőt néha lehetővé tette, hogy egyáltalán megjelenjenek, hiszen jó néhány periodika éppen a régi nézeteket valló tudományos közösség ellenállása miatt jött létre, abból a célból, hogy az új közelítésmód hívei kedvező közlési lehetőséget teremtsenek maguknak.

Az 1770-es években a kémikusok általános jellegű tudományos periodikákban közöltek. Ezek közül a legrangosabbak a különböző akadémiák Memoiresjai

vagy pl. az angol Királyi Társaság (Royal Society) Philosophical Transactions című kiadványa voltak. Az első kémiai újságot *Lorenz Crell* alapította 1778-ban.¹ Meglepőten mondhatnánk: éppen Németországban? Nos, nem szabad szem elől tévesztenünk, hogy Németországban, akármennyire szétdarabolt volt is, akármennyire is elmaradt fejlődése lehetőségeitől, a metallurgia magas színvonalon állt és sok orvos működött. A szász bányák még mindig előkelő helyet foglaltak el Európában, és az orvosok—patikusok a kémia iránt természetesen is érdeklődtek. A kémia—metallurgiai—bányászati irodalom Németországban annyira fejlett volt, hogy amikor a század közepén a francia ércbányászat ill. kohászat jelentős fejlődésnek indult, akkor a megfelelő tankönyveket németből fordították. Ugyanakkor, ha politikailag gyenge polgárságra támaszkodva is, de kifejlődött a német felvilágosodás is, egyik központjaként Göttingennel, ahol tudósok egy csoportja rendszeres feladatul tűzte ki a természettudományos és technikai kultúra emelését — kiadványok készítésével.

Crell Chemisches Journalja (Kémiai újság) 1778-ban jelent meg először és címváltozásokkal, de folyamatosan 1804-ig adták ki. A kiadó-szerkesztőt az vezette, hogy közlési lehetőségeket teremtsen a kutatás részleteredményei számára is, mert a kézikönyvek erre alkalmatlanok. Ugyanakkor szakmai lap alapítása lehetővé teszi a közlés felgyorsítását, és a tudományos közösség formálódását is, helyet adva a vélemények kicserélésének és a vitáknak. *Crell* szerint a folyóirat a legsajátabb publikálási módját képezi a kutatásnak, szemben a kézikönyvekkel, amelyek a leszűrődött, szolid eredmények rögzítésére valók. Német újság kiadásával a német nemzeti öntudat fejlődéséhez is hozzá akart járulni, ha némileg nacionalista felhanggal is.

Újságja mind elméleti, mind praktikus — technológiai orientációjú tanulmányokat közöl. A felvilágosodás szellemének megfelelően alapvető hatást várt a tudományoktól a jólét növekedésében, a tudomány technikai ill. orvosi alkalmazásain keresztül.

A *Crell*-féle lapoknak különös jelentőséget adott, hogy bennük, ideértve a később még említendő *Chemisches Archiv*-ot (Kémiai Archivum), kb. 2200 cikk, levél, recenzió jelent meg és ebből kb. 1500 külföldi szerzőtől származó eredeti tanulmány vagy általa készített fordítás, összefoglalás volt. Ez utóbbiak közlésével *Crell* lehetővé tette, hogy a német kémikusok hatalmas, más úton nehezen hozzáférhető információtömeghez jussanak hozzá. A különböző akadémiák *Memoires*-jai drágák voltak és nehezen hozzáférhetőek. A *Crell Journal* az eredeti cikkek közlésével új fórumot is alakított ki és lassan európai hatalommá nőtte ki magát a kémiában, hiszen különböző országokból származó neves kutatók eredményeit egyesítette. Itt jelent meg pl. *Scheele* legtöbb tanulmánya. *Crell* újságját a franciák annyira becsülték, hogy 1791-93 között háromkötetes válogatást adtak ki belőle.

A mai olvasónak talán az tűnhetne fel leginkább, hogy *Crell* az első kémia-történeti archívumot is létrehozta. „Amikor a kémia még olyan fejletlen volt?” Nem tévedés, valóban kémiai archívumot hozott létre. *Crell* úgy látta, hogy ha kora elhanyagolja az „alkímiai”, a megelőző korszak kísérleti eredményeit, akkor azzal saját magát árt. Nem a történetfelfogást akarta lényegesen megváltoztatni, abban egyet értett kortársaival, hogy a korábbi korszak gondolkodása „sötét” volt, hanem úgy látta, hogy korábban sok olyan kutatási területtel, anyaggal is foglalkoztak, amelyek újbóli vizsgálata főleg ismétlésekhez vezetne. Ezt elkerülendő az általa fontosnak tartott ered-

ményeket archívumba gyűjtötte. Kiindulópontnak az 1665-ös évet, a *Philosophical Transactions* megindulását vette.

Crell élete végéig a flogiszonelmélet híve maradt (1816-ban halt meg), ezért a lavoisieri kémia kifejlődése után, kb. 1785-től újságjainak értéke fokozatosan csökkent, hiszen az oxigénelmélet híveitől nem szívesen közölt *Chemisches Journal*ja 1804-ig jelent meg. Ebben az időben Németországban már új szaklapok jöttek létre, amelyek átvették az ő úttörő munkáját. *Crell* — úgy mond — a kiadás negyvenedik évfordulójára és korára hivatkozva abbahagyta a kiadást.

Az *Annales de Chimie*t, a kémia történetében az egyik legjelentősebb periodikát 1790-ben adták ki először. (Utódja ma is létezik.) A kémiai iparok Franciaországban a 18. század második felében erőteljes fejlődésnek indultak *Lavoisier* és némileg a köréje csoportosuló kémikusok munkásságával maga a kémia is hatalmas átalakuláson, tudományforradalmon ment át. Viszonylag nagy potenciális olvasótábor alakult ki és egy új mondanivalójú kémia, ugyanakkor a közlési lehetőség nagyon kicsi volt és a közlés nagyon lassú. Az akadémia *Memoires*jai hároméves késéssel jelentek meg, ami már akkor is hallatlan dolognak számított, (!) ugyanakkor csak az akadémikusoknak az akadémián felolvasott írásait jelentette meg.

A megalapítás történetének egy érdekes epizódja van. *Guyton de Morveau*, a dijoni kémikus *Lavoisier* szellemében kezdett tanítani, és 1788-ban publikálni akarta előadásait. Egyetlen újság jöhetett volna számításba, amelynek szerkesztője viszont határozott ellensége volt az oxigénelméletnek. Új újság kiadásához királyi engedély kellett, és ez nem volt várható. *Guyton* és kollégái arra gondoltak, hogy az előadást *Crell* német újságjában jelentetik meg.

Egyre inkább szükség volt az oxigénelmélet kifejtésére teret adó szaklapra. Az 1789 elejére valamit változó politikai helyzet lehetővé tette, hogy az első francia nyelvű kémiai szakmai újság létrejöhessen. Teljes címét érdemes idéznünk, hogy lássuk a célkitűzést: Kémiai annales, vagy a kémiára és a tőle függő iparokra vonatkozó tanulmányok gyűjteménye. Itt is a már *Crell*nél jelzett programot találjuk meg: a tudomány, ha alkalmazza a metallurgiában, a festőiparban vagy a gyógyszerészetben haladást eredményez, amelynek társadalmi hatásai vannak.

A lap nagyon rugalmas szerkesztői politikát tanúsított. Helyet adott a flogiszonelmélet alapján írott tanulmányoknak is. Ez természetesen nagyon okos dolog volt, hiszen 1789-ben még a francia kémikusok nagyrésze is a flogiszonelmélet mellett állt, nem beszélve a külföldiekről. Helyet adtak tehát a flogiszonelméletet védő írásoknak is, és kritizálták azokat, hogy ezzel a flogiszonelmélet—oxigénelmélet vitát mintegy a lapra koncentrálják. A nagy diadalt azután 1793-ban az oxigénelmélet utolsó jelentős ellenfelének, a neves *Kirwann*nak a behódolást jelentő cikke adta. Az oxigénelmélet ugyanis minden alapvető fölénye mellett sem volt teljesen támadhatatlan, így például elhanyagolta a metallurgiát.

Az *Annales*t eleve úgy hozták létre, hogy helyet adjon külföldi szaktudósok tanulmányainak is. Szerkesztői, a kor vezető kémikusai levelezésben voltak majdnem az egész akkori kémikus társadalommal. Az *Annales* célkitűzései közé tartozott, hogy Európa vezető kémiai periodikájává emelkedjék, hogy a tudományág legjobb eredményeinek francia folyóirat biztosítson teret. A szerkesztők még azt is megírták, hogy Európában Franciaország a természetes középpont.

1793—1797 között a lap szünetelt. Arra gondolhatnánk, hogy a jakobinus terror az első évet megmagyarázza. Ez azonban alig-alig igaz, hiszen tudományos folyóirat ebben az időszakban is megjelent. Inkább magyarázható a háborús viszonyokkal (papírhiány stb.), és azzal, hogy szerkesztői talán a kor legelfoglaltabb tudósai voltak. *Fourcroy*, *Monge* és a többiek aktívan politizáltak, sokat utaztak, szervezték a kémiai anyagok feldolgozását, tanítottak egyszerre több helyen is. A háborús években a kémia létfontosságú tudomány lett a lőporgyártástól a bőrcserzés javításáig. Az *Annales* szerkesztői tanítottak alkalmi forradalmi tanfolyamokon, 1795-től az *École Polytechnique*en, (az újonnan létrehozott párizsi műegyetemen), résztvettek az iparszervezésben, kísérleteztek stb.

Álljunk meg egy pillanatra a szerkesztők névsoránál. *Lavoisier*t, *Dietrichet* 1794-ben lefejezték, de a többiek a lapot 1797-ben újból megindították. Ipari kémiával foglalkozó kémikusokat is bevontak, mint pl. *Chaptal*t, aki rövid idő múlva belügyminiszter is lett, és így a kor szokásának megfelelően az ipar szervezése is a hatókörébe került. De ott volt köztük mindig *Monge* is, akiről ma inkább azt tudják, hogy ő fedezte fel az ábrázoló geometria rendszerét. Ma ugyanis hajlamosak vagyunk mai tapasztalatainknak megfelelően a régi idők kutatóit is beskatulyázni. A 18. század végének megértésében azonban az ilyen beskatulyázás még sok esetben tévútra vinne, a szakmák kifejlődése még sokszor nem járt azzal együtt, hogy az adott egyén is azonosuljon a szakmával és kémikus, vagy éppen csillagász életpályára lépjen és mástól távol tartsa magát, mivel dilettáns. *Monge* nemcsak geométer volt, hanem kitűnő kémikus is, aki vízbontással *Lavoisier*-vel csaknem egyidőben foglalkozott. De különös érdeklődést tanúsított a metallurgia iránt is.

1797 után az *Annales*, fokozottabban mint valaha, arra törekedett, hogy helyet adjon technológiai jellegű témáknak. Éves átlagban a megjelent cikkek fele technológiai témájú volt. Olvasóközönségnek is a manufaktúra-tulajdonosokat, intelligens munkásokat, patikusokat szánták a kémikusok mellett. 1800-ban egy gyógyszerészlapon bele is olvadt.

Amikor 1797-ben a lap újra megindult, az *Annales* korábbi számaiból válogatást adtak ki. Az ilyen értékelő-válogató kötetek, ahogy *Crell* újságja esetében is, lehetővé tették, hogy a korábbi, már nehezen hozzáférhető, de fontos ismeretek jól hozzáférhetőek maradjanak. Nagyon sok ipari vonatkozású cikket is újra közöltek: pl. az acélgyártásról, vagy tanácsokat a szappangyártásra, ami a háború miatt akut problémát jelentett, de terjeszteni próbálták az új súly- és mértékrendszert is stb. Amíg 1791-ben a *Crellben* közöltekben jelent meg francia nyelvű válogatás, 1801-ben már *Crell* közöl válogatást az *Annales*ből.

A mai olvasónak talán meglepő, hogy az újdonságok a 18. század végén — 19. század elején gyorsan megjelentek. Így pl. *Davy* 1807. november 23-án írt levelet az *Annales* szerkesztőségének, hogy elektromos áram segítségével sikerült alkálifémoxidokat felbontania. Az *Annales* ezt december 31-én közölte. A későbbi történet során sem volt egyedülálló, hogy a júliusban az akadémián felolvasott előadás a novemberi számban, mint ahogy az sem, hogy az egyik országban kiadott könyv a másik országban annak nyelvére még ugyanabban az évben kiadásra került. Ezek a tények gondolkodóba ejthetnek arról, hogy pontosan mit is jelent „az információ áramlásának mai felgyorsulása” stb.

Az Annales de Chimie 1815-ig került kiadásra. Ezután új célkitűzésekkel új periodika jelent meg. Ezek közül a legfontosabbak a következők: Annales de Chimie et de Physique lett, nevében jelezve, hogy a szerkesztők nagyon sok esetben mesterkéltnek tekintik a kémia és a fizika szétválasztását, és a közös publikációs lehetőséggel is ébren akarják tartani a kapcsolatot. A lap ugyanakkor nem közölt több technológiai és gyógyszerészeti tárgyú, tehát alkalmazott kémiai tanulmányt. Hasonló fejlődés ment később végbe alaptudomány és technológiai, alkalmazott kémiai irodalom szétválasztására a német Annalen der Chemie und Pharmazienél is, amelybe először csak bekerült a kémia, majd kiszorította a gyógyszerészetet. Az új Annales a tudomány belső fejlődésében, valamint az alkalmazás és a tudomány viszonyában beállott új helyzetet tükrözte.

Az 1790—1810 közötti időszak Európa más országaiban is a kémiai szaklapok megjelenésének kora. Így Itáliában, Páviában 1790—1802 között jelent meg az Annali di Chimica, 1797-től Angliában a Nicholsons Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts, 1801—1804 között *van Mons* újságja Belgiumban. A kémia szaktudománnyá vált és mint szaktudománynak annyi önálló mondanivalója lett, hogy meg kellett teremteni a megfelelő közlési formát, ami megfelelt elkülönült szaktudományi igényeinek.²

JEGYZETEK

¹ Lorenz Crell 1744-ben született híres orvos-kutató családból. Maga is orvos-filozófus professzor volt Helmstädtben. Fordítóként, újságkiadóként lett neves, kémiai kísérleteket — eredetieket — keveset végzett. Teológiai-morálfilozófiai írásokat adott még ki.

² A szaktudományon belüli további differenciálódásokat jelez a Zeitschrift für die Analitschen Chemie megjelenése 1856-ban vagy Journal of Physical Chemistry-é 1896-ban, amelyik 1947-ben Journal of Physical and Colloid Chemistry lett stb.

FOLYÓIRATSZEMLE

Praxis der Naturwissenschaften

1975/2/46 Karl Fintzenhagen:

Kísérletek izzólámpával

A kísérletekhez védőszemüveg használata ajánlatos!

Egy új és több kiégett 60 W-os, gáztöltéses villanykörtére van szükség. Az új izzó burája átlátszó legyen. A kiégett izzók egyikének buráját úgy vesszük markunkba, hogy a menetes rész az asztalra támaszkodjék. A másik kezünkben tartott reszelővel a fémbe reszelünk az üveggel érintkező peremtől számított második horonyban, s megnyitjuk a menetes rész és az üvegbura közti teret kb. 3 mm-szer 10 mm-es felületen. Itt egy kinyúló csövecskét látunk. (Rajta keresztül töltötték fel gázzal a búrát.) Ekkor levegő hatol be a kisebb nyomású térbe. Ha ezt víz alatt végezzük, akkor a behatoló víz elárulja, hogy 0,8—0,9 atm volt a belső nyomás. Ezután a fémkupak mellett megkarcoljuk a búrát, és láng fölé tartva körbereszesztjük. A forró fémrészt ronggyal fogva eltávolítjuk. Így juthatunk hozzá robbanásveszély nélkül az izzószálhoz. Mikroszkóppal 50-szeresére felnagyítva jól megfigyelhető a „duplaspirál” alak.

A wolfram még királyvízzel sem reagál. Elméletileg NaOH és KClO₃ olvadáknak keverékével átalakítható alkáli wolframattá, de ha ezt üvegedényben hajtjuk végre, akkor túl sok szilikát szennyezi a terméket. Jobb, ha oxidáló só, pl. NaNO₂ olvadákat alkalmazzuk. Babszemnyit olvasztunk meg belőle kémcsőben, s a wolframszálat egyenként ejtjük bele. Lehűlés után kevés vízzel

feloldjuk, majd cseppenként kénsavat adunk hozzá, amíg a NO_2 képződése abba nem marad. Porcelántálban hevítjük a kémcső tartalmát sűrű SO_3 -köd képződéséig. Lehűlés után ammónium-hidroxiddal közömbösítjük, majd ismét kémcsőbe töltjük. Egy darab cinket teszünk bele, és 25%-os sósavat adunk hozzá. A WO_3 redukciós terméke W_2O_3 és WO_2 , amelyeknek jelenlétét szép kék szín jelzi. Az új villanykörtébe is levegőt bocsátunk. Ezután foglalatba csavarjuk, és szabályozható előtétellenálláson keresztül kis áramlökéseket engedünk át rajta. Sűrű, sárgásfehér WO_3 -füst képződik, és a bura falára rakódik le. Ha a kezdeti impulzusok eredménytelenek, ne a feszültséget növeljük, mert hirtelen kiég a lámpa. Ehelyett ismételjük meg néhányszor a kapcsolást.

Végül ezt villanykörtét is bontsuk szét, és a WO_3 -ot NH_4OH -dal oldjuk ki belőle. Utána H_2O_2 segítségével $(\text{NH}_4)_2\text{WO}_4$ -t alakíthatjuk át. Pároljuk szárazra, hogy a H_2O_2 elbomoljon. Egy csepp sósav, kevés víz és cink hozzáadása után vagy forraljuk fel, vagy hagyjuk 10 percig állni. A kék szín megjelenik.

75/2/47 F. W. Dorst:

Acetilén-durranógáz, veszélytelenül

Ez a gázkeverék olyan zajosan robban, hogy a tanulók a kísérlet közben befogják a fülüket. Az optimális keverési arány: 1 tfr. acetilénhez 3 tfr. oxigén. A keveréket üvegedényben még felfogni és összegyűjteni is veszélyes, a felrobbantását pedig semmi esetre se kíséreljük meg másképp, mint az alábbi módon!

A kémcsőben CaC_2 -ből fejlesztett acetilént léggömbbe töltjük, amely furatos gumidugóval, üvegcsővel, gumicsővel és csőszorítóval van ellátva. Ha átmérője eléri a 12 cm-t, akkor abbahagyjuk az acetilén bevezetését, és annyi oxigént töltünk hozzá, hogy az átmérő 20 cm-esre nőjön.

A robbantó buborékok előállításához ne tiszta szappanoldatot használjunk! Főzzünk híg csirizt, s ha lehűlt, keverjük bele a szappanlét. Ekkor a csiriz viszkozitása megnövekszik, de ha vízzel kis adagokban hígítjuk, a kívánt mérték könnyen elérhető.

Karakas Gábor
vezető tanár

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE AZ ORSZÁGOS PEDAGÓGIAI INTÉZET ÉS AZ OKTATÁSI MINISZTERIUM KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL 1978. július 3—5 között rendezi meg a

Kémiantanárok VIII. Országos Konferenciáját

Salgótarjánban. A plenáris előadások mellett három szekcióban:

1. Általános iskolai szekció,
2. Gimnáziumi szekció,
3. Szakközépiskolai szekció

tartanak előadásokat, illetőleg — az előző konferenciához hasonlóan — „Poster”-ekre kerül sor.

A poster-előadások 2—5 gépelt oldalból állnak, amelyek címét és szerzőjét március 20-ig kell az egyesület címére beküldeni (1061 Budapest, Anker köz 1., Magyar Kémikusok Egyesülete Oktatási Bizottság) a „Kémiantanárok VIII. Országos Konferenciája” megjelöléssel. A posterek elsősorban az iskolai tanári munkáról adnak tájékoztatót, így feltétlenül számítunk a kémiantanárok ezirányú aktivitására.

СОДЕРЖАНИЕ

Некролог	1
<i>Е. З. Орбан</i> : Стереоконфигурация молекул	2
IX. Международная Олимпиада Студентов по Химии	20
<i>Др. И. Хронски</i> : О первом химическом журнале	28
VIII Общегосударственная конференция Преподавателей химии	B/3

INHALT

Nekrolog	1
<i>Erzsébet, Z. Orbán</i> : Die Stereostruktur der Moleküle	2
Die IX. Internationale Studenten-Chemieolympiade	20
<i>Dr Hronszky, Imre</i> : Über die erste Zeitung für Chemie	28
VIII. Landeskonzferenz der Chemielehrer	B/3

CONTENTS

Obituary	1
<i>Z. E. Orbán</i> : Stereo configuration of molecules	2
The IX. International Olympiad of Chemistry	20
<i>Dr. I. Hronszky</i> : On the first chemical journal	28
The 8. National Conference of Chemistry Teachers	B/3

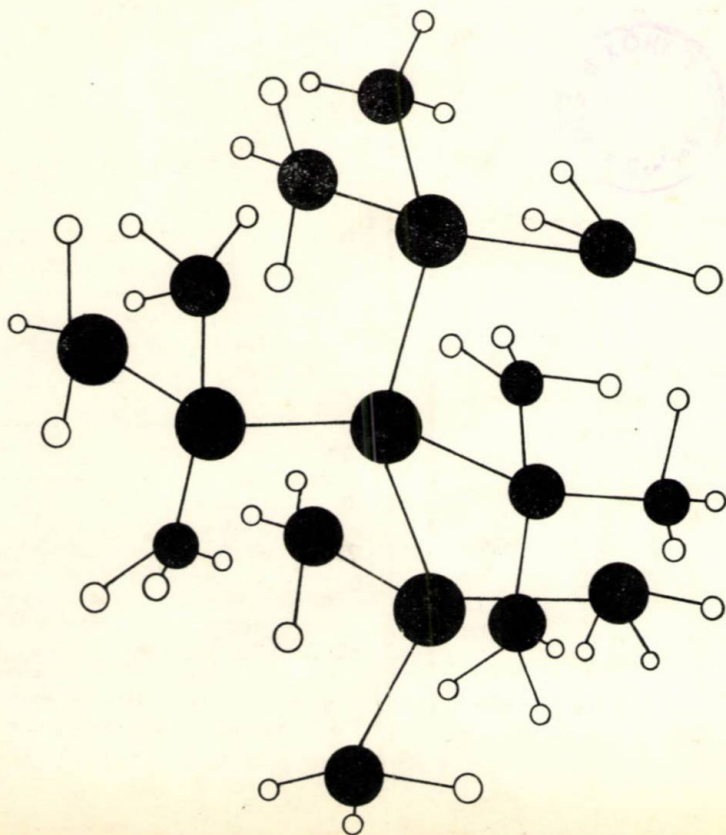
A KÉMIA TANÍTÁSA

1978

3

XVII. ÉVF.

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata



A KÉMIA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI
MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:

DR. BALÁZS LÓRÁNT

Szerkeszti:

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Szerkesztőség:

1046 Budapest VII., Gorkij fasor 17. Országos Pedagógiai Intézet Kémiai Tan-
széke. Telefon: 228-238, 228-203, 229-275,
228-609, 228-823. — Kiadja a Tankönyv-
kiadó, 1055 Budapest V., Szalay utca
10—14. — A kiadásért felelős a Tan-
könyvkiadó igazgatója. — Terjeszti a
Magyar Posta. Előfizethető bármely
postahivatalnál, a kézbesítőknél, a
Posta hírlapüzleteiben és a Posta Köz-
ponti Hírlap Irodánál (KHI, Budapest,
V., József nádor tér 1., telefon: 180-850,
postacím: 1900 Budapest) közvetlenül
vagy postautalványon, valamint át-
utalással a KHI 215—96 162 pénzforgal-
mi jelzőszámra. Előfizetési díj egy
évre: 14,— Ft.

2240 — Révai Nyomda
Egri Gyáregysége, Eger.

F. v.: Vilcsék János.

ISSN 0451—6419

Megjelenik évente négyszer

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket gé-
pelve, két példányban küld-
jék meg a szerkesztőség
fenti címére. — A papír-
lapnak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal írja-
nak. Egy-egy oldalra 30
sort gépeljenek. A sor hosz-
za 66 betűhely. A cikkek
terjedelme legfeljebb 4—5
gévelt oldal lehet. A rajzo-
kat, táblázatokat külön la-
pon, megfelelő ábraszöveg-
gel (aláírással) ellátva
küldjék be.

Szerkesztőség

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Hinora Sándorné, Kovács László, dr. Körner
Miklósné, Michalovszky Csabáné, dr. Pataki László,
dr. Rácz Fodor Benő, dr. Rozgonyi Jánosné, Sárdi
Béla, dr. Szűcs László

TARTALOM

<i>Bartsch Iván:</i> Molekulaorbitál-modellek .	33
<i>Mátrai Ilona—Mátrai István:</i> Modellek alkalmazása az új I. osztályos kémia tananyagban	34
<i>Tóth Zoltán:</i> Atom- és molekulapályák modellezése mágnesekkel	37
<i>Fábián József:</i> Demonstrációs molekula- modellek gumilabdából	40
<i>Dr. Nyilasi János:</i> Diszproporció, szín- proporció	43
<i>Dr. Szűcs László:</i> Korszerű technológiai megoldások az acélgéártásban	47
<i>Bocskáné, dr. Nagy Júlia—Koncz József:</i> A szénhidrogének térszerkezeti alapon történő tanítása során szerzett módszertani tapasztalatokról	51
<i>Cs. Nagy Gábor—dr. Mojzes János:</i> Fela- datlapi tanulásirányítás a mólfogalom kialakítása és alkalmazása során	55
Folyóiratszema (Karakas Gábor)	64

BARTSCH IVÁN

TANÉRT tud. munkatárs

Molekulaorbitál-modellek

Az új kémiatantervek tanításához nagy segítséget jelentenek a különböző modellek. A TANÉRT Vállalat megkezdte a legfontosabb modellek kifejlesztését és gyártásuk előkészítését. Ez a munka — természeténél fogva —, lassan ment. A tervek elkészítése, a kézzel formált mintapéldányok, a gyártáshoz szükséges szerszámok elkészítése, a modellek anyagának megválasztása, a megfelelő festékek kiválasztása sok időt vett igénybe.

Elsőként a *molekulaorbitál-modellek* készültek el, s a napokban kerülnek kereskedelmi forgalomba.

A molekulaorbitál-modellek elsősorban a középiskolákban szükségesek, de az általános iskolákban is jó eredménnyel használhatók. Javasoljuk, hogy az általános iskolák is szerezzék be e sorozatot, ha megfelelő anyagi kerettel rendelkeznek.

A sorozat három tagból áll: a *metán*-, az *ammónia*-, és a *víz*molekula modelljeiből. A modellek a vegyértékelektron-pár taszítási (*Gillespie*) elmélet alapján készültek. Jól megkülönböztethetők rajtuk a kémiai kötést létrehozó kötő elektronpárok és az egyetlen atomhoz tartozó nemkötő elektronpárok orbitáljai. A megkülönböztetést a kötő és nemkötő elektronpárok eltérő színe is segíti. A kötő elektronpárok barna, a nemkötők sárga színűek. A vegyértékelektron-pár taszítási elmélet alapján készült modellek jellemzője, hogy a kis méretű atomtörzsek nincsenek feltüntetve. Az orbitálestek az elektronpárok által betöltött térrészt ábrázolják, így alakjuk eltér minden más modelltől, amelyek az atomokat, illetve az atomtörzseket szemléltetik (kalottamodellek, pálcika-modellek stb.).

Mire használhatók ezek a modellek? A molekulageometria szemléltetésére és megértésére. A molekulákban található elektronpárok azonos töltésük következtében igyekeznek egymástól legtávolabb kerülni. Így alakul ki négy elektronpár esetében a tetraéderes szerkezet, amelyben a kötésszög $109,5^\circ$. Ezt mutatja be a metánmolekula modellje. A négy barna színű orbitálest olyan elektronpárok pályáját ábrázolja, amelyekre két atomtörzs (a szén- és hidrogénatomtörzs) hat. Térigényük, szimmetriájuk, méretük teljesen azonos.

Más az elektronpár pályájának mérete és alakja akkor, ha csak az atomtörzshöz tartozik, vagyis kötésben nem levő elektronpárról van szó. Ilyenkor a pálya kevésbé hosszúka, tengelye rövidebb, átmérője szélesebb, vagyis térigénye nagyobb, s így a kötő elektronpárokat „összenyomja”. Jól megfigyelhető ez az ammóniamolekula modelljén. Az ammóniamolekulában a N- és H-atomok között a kötésszög $107,5^\circ$, a metán $109,5^\circ$ -os kötésszögével szemben.

A vízmolekulában az oxigénatomhoz két nemkötő elektronpár tartozik, így a kötősszög $104,5^\circ$ -ra csökken.

A modellek a szén-, nitrogén- és oxigénatomok elektronegativitásának különbségét is érzékeltetik. A három atom közül a szén elektronegativitása a legkisebb, ezért az elektronpárok molekulapályái a legnagyobbak. Az oxigén elektronegativitása a legnagyobb, ezért az elektronok a magtól kisebb távolságban helyezkednek el.

A sorozat „Molekulaorbitál-modellek” néven, K 1051 cikkszámom kerül forgalomba. A metánmolekula cikkszáma K 1051-1, az ammóniamolekula cikkszáma K 1051-2, a vízmolekula cikkszáma K 1051-3.

A sorozat megrendelhető a következő címen:

Országos Tanszergyártó és Értékesítő Vállalat

Tanszkereskedelmi főosztálya

1428 Budapest 8. Pf. 2.

MÁTRAINÉ, TÁLOS ILONA—MÁTRAI ISTVÁN

Modellek alkalmazása az új I. o. kémiatananyagban

Az új I. osztályos gimnáziumi kémiatananyag egyik nagy nehézsége, hogy a tanulóknak számukra megfoghatatlan, elvont fogalmakat, jelenségeket kell elsajátítaniuk, megérteniük. Ezért — bár a mikrovilágot átültetni saját méreteinkre lehetetlen — modellekkel, életközeli hasonlatokkal kell megpróbálni ezek megértését. Mint minden hasonlat, ezek is „sántítanak” bizonyos tekintetben, de a célnak megfelelnek. Abban a reményben, hogy mások is hasznosítani tudják, leírunk néhány sikeresen alkalmazott modellt.

1. A tartózkodási valószínűség

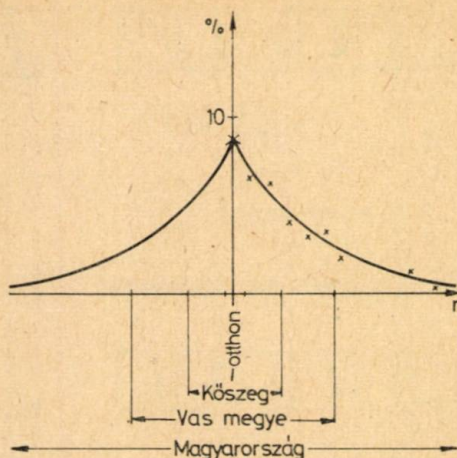
Kiválasztunk az osztályban egy tanulót, és kérdésekkel „felderítjük”, hogy hol találjuk meg leggyakrabban. Ez a hely általában a tanuló lakása. A továbbiakban azt vizsgáljuk, ha nincs otthon, leginkább hol találkozzhatunk vele. Egyre bővítjük a kört, és megállapítjuk, hogy a tanuló egyre ritkábban található az otthonától távolodva. Ugyanakkor nincs kizárva, hogy a tanuló — ritkán ugyan — Japánban vagy éppenséggel a Holdon fog valamikor tartózkodni. Ennek alapján ábrázolhatjuk az otthontól való távolság függvényében a tartózkodásnak a gyakoriságát (*1. ábra*). Ennek analógiájára alkothatjuk meg az ismert tartózkodási valószínűség-görbét. Ha a radiális elektronsűrűség ábrázolása a cél, azt is könnyen megtehetjük. Erről A Kémia Tanításában már jelent meg cikk.

A fenti modell előnye a testmagasság megoszlásával szemben, hogy itt csak egy tanulót vizsgálunk, elősegíti tehát annak megértését, hogy ahol nagy az elektronsűrűség, ott nem több elektron tartózkodik, hanem az adott elektron időben gyakrabban tartózkodik az adott térrészben. Testmagasság esetén a nagy valószínűség viszont több tanulót jelent.

2. Az atom modellezése írásvetítővel

Kihasználhatjuk az írásvetítőnek azt a tulajdonságát, hogy a nem pontosan az üveglapra helyezett tárgyról elmosódott képet kapunk. Ha az írásvetítőre

1. ábra. Egy tanuló tartózkodásának gyakorisága az otthontól mért távolság függvényében



egy golyót helyezünk, a golyó szélei elmosódottak lesznek. Meg lehet oldani gömblombikkal is, ekkor ráadásul térhatású képet kapunk. Az atompályaként definiált térrész burkoló felületének érzékeltetése céljából egy — a gömbnél kisebb sugarú — karikát helyezhetünk az írásvetítőre, a gömbbel koaxiálisan. A p-, d-, f-atompályák alakját érdekességként célszerű bemutatni *Bodor Endre*: Szervetlen kémia c. könyvéből.

3. Az elektronszerkezet kiépülése

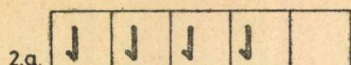
Tanulmányozásánál szembeötlő, hogy a 4s-atompálya energiája alacsonyabb, mint a 3d-é stb. Könnyen találunk erre a jelenségre hasonlatot, ha megnézzük a pályák alakját a fent említett könyvben. Ebből kitűnik, hogy a d-atompályák alakja lényegesen bonyolultabb, mint az s-atompályáké.

Alkalmazható hasonlat:

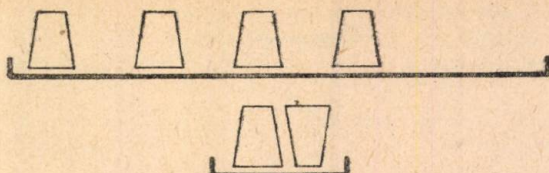
Ha egy lakó egy házban lakást választhat magának, igyekszik minél alacsonyabb emeletre költözni, ez ugyanis az alacsonyabb energiájú hely. Csak akkor költözik magasabb emeletre ha már nincs üres lakás a földszinten. Ha viszont a 4. emeletre egyenes lépcső vezet, a harmadik emeletre pedig egy csigalépcső, a lakó minden bizonnyal a negyedik emeleti lakást választja. A hasonlatban érezni lehet az energiaminimumra való törekvést. Ugyanezzel a hasonlattal meg lehet magyarázni minden olyan esetet, amikor a magasabb főkvantumszámú atompálya alacsonyabb energiájú, mint a kisebb főkvantumszámú, de nagyobb mellékvantumszámú atompálya. Nem használható viszont a hasonlat néhány elem elektronszerkezetének magyarázatára, erre mást kellett találni.

A Cr-, Cu-, Ag-atomok elektronszerkezetének magyarázatára nem használható a fenti hasonlat. Ha van rá idő, órán vagy szakkörön megbeszélhetjük ezt is.

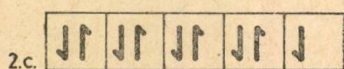
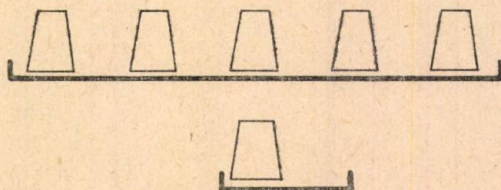
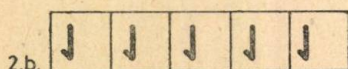
Az elektronszerkezet kiépülésénél azt várnánk, hogy a Cr-atomban a 3d-atompályán 4, a 4s-atompályán 2 elektron tartózkodik, a Cu-atom 3d-atompályáján 9, 4s-atompályáján pedig 2 elektron található. Ezzel ellentétben a Cr-elektronszerkezet $\dots 3d^5 4s^1$ a Cu-é pedig $3d^{10} 4s^1$. Ezeknek az atomoknak a szerkezetét csak a kialakuló szimmetrikus elektronszerkezet kialakulásával lehet magyarázni. Az alkalmazható hasonlat lehet pl. poharak elhelyezése polcokon. Ezt a 2. a—d ábrák világítják meg.



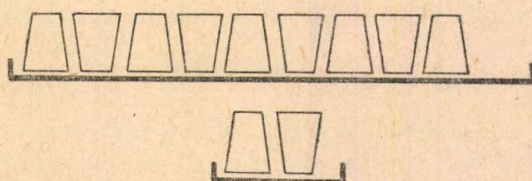
A króm várható
és
tényleges elektronszerkezete



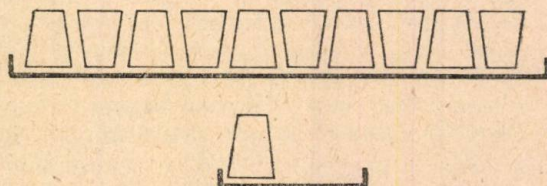
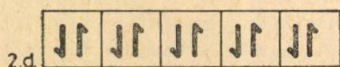
Poharak nem szimmetrikus
és szimmetrikus elhelyezése
kétsoros polcon



A réz várható
és
tényleges elektronszerkezete



Poharak nem szimmetrikus
és szimmetrikus elhelyezése
kétsoros polcon



Javaolt kérdés: Alapállapotban vannak-e ezek az atomok? Érdemes vissza-
térni ugyanerre a kérdésre akkor is, amikor a tanulók megtanulják, hogy a
C-atom a molekulaképzés előtti pillanatban (a legtöbb esetben) $2s^1 2p^3$ szer-
kezetű vegyértékhéjjal rendelkezik. A két szerkezet közti különbséget ekkor
lehet jól összehasonlítani, megvilágítva, hogy amíg a szénatomnál ez a szim-
metrikus állapot gerjesztett állapot, addig a Cr-, Cu-atomoknál alapállapotról
van szó.

Atom- és molekulapályák modellezése mágnesekkel

Az új kémiatanterv alapján a kémiai kötés korszerű elméletének tanítására már a gimnáziumok I. osztályában sor kerül. Az atomok és molekulák elektronsűrűség-eloszlásának és a kovalens kötés kialakulásának elméleti kérdéseit tárgyaló szakirodalom a tanárok számára könnyen hozzáférhető. Elegendő, ha csak *Török Ferenc*nek e lap hasábjain és a *Természet Világában* megjelent cikkeire [1, 2, 3, 4], valamint *A. K. Barnard* magyarul is megjelent könyvére [5] utalok. A témakör oktatása során azonban nagy nehézséget jelent a megfelelő szemléltetőeszközök hiánya. Az utóbbi néhány évben számos olyan demonstrációs kísérletet és modellt írtak le — elsősorban az angol nyelvű szakirodalomban —, melyek többé-kevésbé alkalmasak az atomok és molekulák elektronsűrűség-eloszlásának és a kovalens kötés kialakulásának bemutatására. Szemléletesek és egyszerűen megvalósíthatók azok a modellek, amelyekben megfelelő módon elhelyezett *mágnesek* erőtere által létrehozott „vasporalakzatok” jelzik az atomok és molekulák elektronsűrűség-eloszlását.

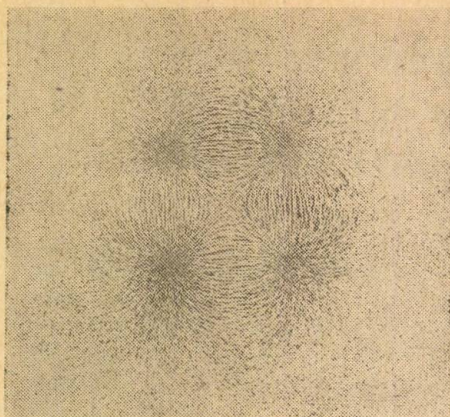
A *kötő és lazító σ és π -molekulapályák* mágnesekkel történő modellezéséről először *Druding* számolt be 1972-ben [6]. Később *Schobert* a bór-trifluoridhoz hasonló molekulák elektroneloszlását szemléltette mágnesek segítségével [7]. Legnagyobb jelentőségű azonban *A. G. Massey* és *S. Massey* 1976-ban az *Education in Chemistry*-ben megjelent közleménye [8], melyben a szerzők az s, p, d *atompályákon*, valamint a kötő és lazító σ - és π -molekulapályákon kívül az átmenetifémek komplexekben gyakori d $\rightarrow \pi^*$ és d $\rightarrow$ p *datív kötések* elektroneloszlásának szemléltetését is leírták. Ezek a modellek az *elektronsűrűség-eloszláson* kívül azt is szemléltetik, hogy milyen nagy szerepe van a *szimmetria-viszonyoknak* a kémiai kötések kialakulásában: csak azonos szimmetriájú elektronpályák kölcsönhatása eredményezhet kötő molekulapályát.

A mágnesek elrendezése az egyes atom- és molekulapályák elektroneloszlásának szemléltetésekor az *1. táblázatban* látható.

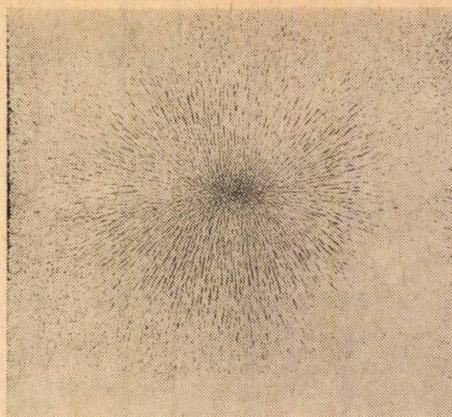
A kísérletekhez a kereskedelembe kapható korong- és téglatest alakú mágneseket használhatjuk. Az s- és d-pályák szemléltetésére a korong alakú, a p-pályákhoz pedig élére állított téglatest alakú mágnesek a megfelelőek. A mágneseket az *1. táblázatban* vázolt elrendezésben helyezzük egy vaslemezre, és egy megtisztított üveglemezt helyezünk föléjük kb. 1 cm magasságra. Ezután szórjunk egyenletesen finom szemcséjű vasport az üvegre. (Célszerű a kísérlethez ferrum reductumot használni.) Az így kialakított alakzatot írásvetítő segítségével ki is vetíthetjük, és fotopapíron is rögzíthetjük, ha előzőleg a üveglap alá fotopapírt helyezünk, majd az alakzat kialakítása után azt megvilágítjuk és előhívjuk. úgy az eredetileg látható alakzat negatív képét kapjuk meg. Ilyen módszerrel készült felvételek láthatóak az *1., 2., 3., 4., 5. és 6. ábrákon*.

IRODALOM

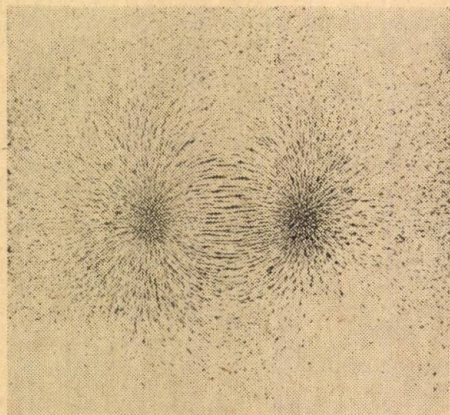
- [1] *Török F.*: A kémia tanítása. XIII 40. 1974.
- [2] *Török F.*: A kémia tanítása. XV 50. 1976.
- [3] *Török F.*: A kémia tanítása. XVI 33. 1977.



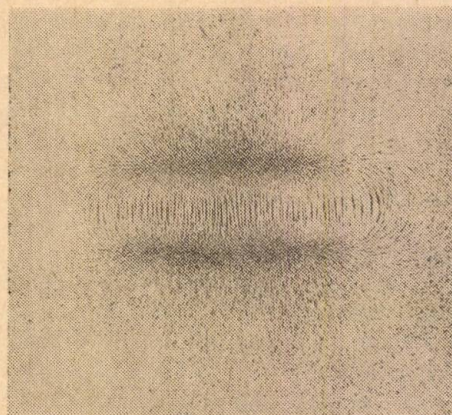
1. ábra. d_{xz} atompálya (III)



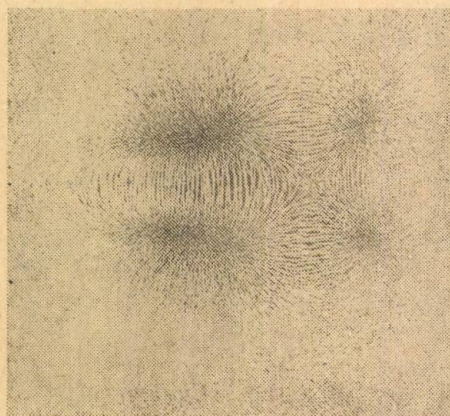
2. ábra. $\sigma(s, s)$ kötő molekulapálya (IV)



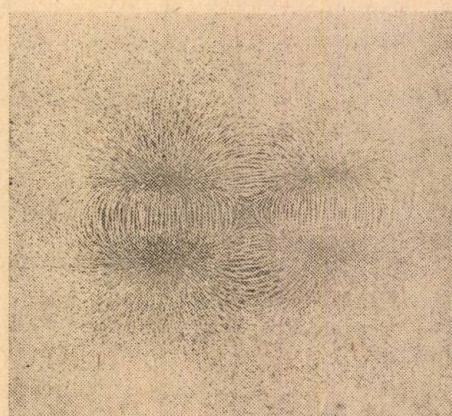
3. ábra. $\sigma^*(s, s)$ lazító molekulapálya (V)



4. ábra. $\pi(p_z, p_z)$ kötő molekulapálya (X)



5. ábra. $\pi^*(p_z, p_z)$ lazító molekulapálya (XI)



6. ábra. $d_{xz} \rightarrow p_z$ viszontkoordináció foszfinkomplexekben (XV)

A mágnesek elrendezése az atom- és molekulapályák szemléltetésekor

I	s- atompálya	
II	p _x - atompálya	
III	d _{xz} - atompálya	
IV	δ / s, s /- molekulapálya	
V	δ* / s, s /- molekulapálya	
VI	δ / p _x , s /- molekulapálya	
VII	δ* / p _x , s /- molekulapálya	
VIII	δ / p _x , p _x /- molekulapálya	
IX	δ* / p _x , p _x /- molekulapálya	
X	π / p _z , p _z /- molekulapálya	
XI	π* / p _z , p _z /- molekulapálya	
XII	konjugált π-elektronrendszer	
XIII	$d_{xz} \longrightarrow \pi^*$ viszontkoordináció karbonilkomplexekben	
XIV	$d_{xz} \longrightarrow \pi^*$ viszontkoordináció olefinkomplexekben	
XV	$d_{xz} \longrightarrow p_z$ viszontkoordináció foszfinkomplexekben	
XVI	a központi fémion d-pályájának átfedése a ligandumok p-pályáival, oktaéderek komplexekben	

- [4] Török F.: Természet Világa, 413. 1976.
 [5] Barnard, A. K.: A szervetlen kémia elméleti alapjai. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1969. 40.
 [6] Druding, L. F.: J. Chem. Educ., 49 617. 1972.
 [7] Schobert, H. H.: J. Chem. Educ., 50 651. 1973.
 [8] Massey, A. G. és Massey, S.: Chem. Educ., 111. 1976.

FÁBIÁN JÓZSEF
 tanár

Demonstrációs molekulamodellek gumilabdából

A csengeri Vegyesipari KTSZ labdaüzemének selejtes labdáiból készítettem el azokat a molekulamodelleket, amelyeket különösen az új I—II. osztályos gimnáziumi anyag szemléltetéséhez kitűnően fel lehet használni, demonstrációs célra. Természetesen általános iskolai, szakközépiskolai vagy más célra is nagyon jól használhatók. A labdák 7 és 14 cm átmérőjűek, tehát a belőlük készült modellek nem mérhetőek. Jól szemléltethető velük viszont a molekulák térbeli alakja, a kötési szögek. Az ismert merev modellekkel szemben előnyei a következők:

- ollóval vágva a gumilabda igen könnyen alakítható, gumiragasztóval ragasztható, 10 perc alatt egy egyszerűbb molekula elkészül;
- a modelleknek van egy bizonyos rugalmassága, amely hasonlít a léggömbhöz;
- a modellek tartósak, a tanulók kezébe adhatók;
- ügyes kezű szakkörös tanulók egy foglalkozáson könnyen elkészíthetik a nélkülözhetetlen BF_3 , CH_4 , H_2O , NH_3 , C_2H_4 stb. molekulák modelljeit;
- a molekulák festésére megfelelő színű tusokat ajánlok, de valószínű van más tartós festék is.

A molekulák technikai elkészítésével kapcsolatban a következőket ajánlom: A lineáris és síkszerű molekulák szerkesztéséhez — és a labdák szeleteléséhez is — igen jó segítséget ad a labdák felezővonalán csaknem mindenütt jól látható formázási nyom. Ha ezt lecsiszolták volna, bármivel jelöljük be, s már könnyebb a dolgunk.

A bonyolultabb molekulák elkészítéséhez jó segítséget ad az első könyvben, ill. műanyag táblázatban megtalálható atomrádiuszok, illetve kovalensrádiuszok értéke. A nanométereket könnyű átszámítani a labdák arányos méretére. Ezek alapján ajánlatos az összetettebb molekulák 1 : 1 arányú metszetét megszerkeszteni. Az áthatásokból adódó metszetek felét körzöbe véve a labdák felületére vihetjük az értékeket (1. ábra).

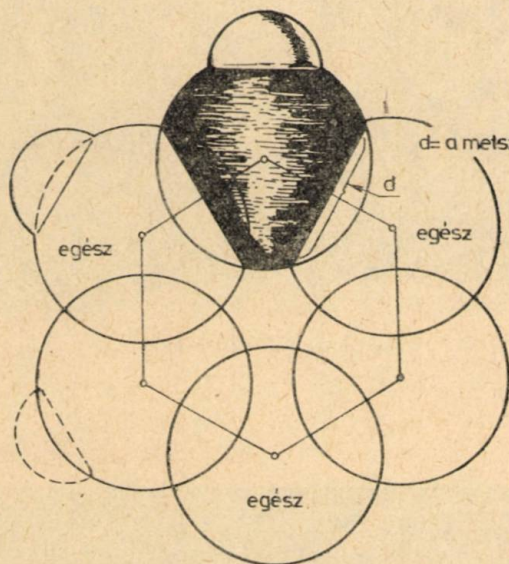
Ne feledjük, demonstrációs modellt készítünk! Ha nem tudjuk érzékeltetni a differenciát pl. a CH_4 , az NH_3 és a H_2O kötőszögei között, célunkat nem érjük el. (A megközelítően 109° 107° , 105° -os értékek szabad szemmel való megbecsülése elég nehéz.)

Összeragasztásnál, bár nem könnyű, ajánlatos a nagyobb, jobb felfekvés miatt a féllabdák belső peremét levágni (2. ábra).

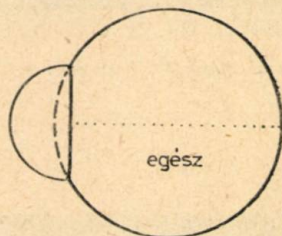
Sorozatban összeragasztott atomok esetén minden második labdát egészben hagyjuk. Ugyanezt tehetjük a H_2 , O_2 molekulák esetén is. Ezáltal a molekula

erősebb lesz, rugalmassága fokozódik. Ugyanígy járhatunk el a HCl-molekulánál is. A klór egészben marad. Előfordul, hogy egy jobban felfújott labda mérete nagyobb valamivel egy másiknál. Túvel kiszúrva óvatosan le lehet eresztetni, majd a lyukat beragasztthatjuk. (A benzolváz 3 egész és 3 kétszeresen csonkított labdából készül 1. ábra.)

A barkácsoló kartársak számára örömmel közölhetem, hogy már régen keresük ezt a könnyen kezelhető kitűnő anyagot. Cikkemet az üzem vezetőivel történt megbeszélés után írtam meg. A kis labdákat 3,— a nagyokat 5,— Ft-ért tudják szállítani, egyelőre korlátlan mennyiségben. Rövid címük: Labda-üzem — 4765 Csenger.

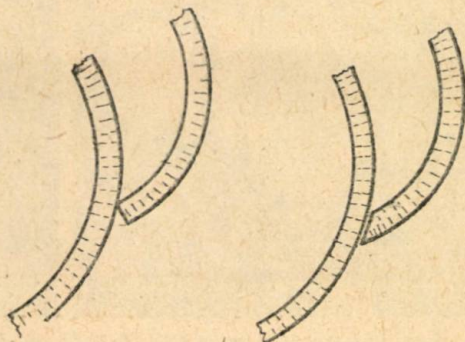


Benzol szerkesztése



Sósavmolekula

1. ábra



2. ábr



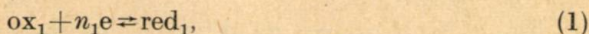
3. ábra. Szakkörös tanulók a C_2H_4 , NH_3 , BF_3 , CH_4 , C_6H_6 modelljeivel



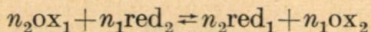
4. ábra. Két szakköri tag a CH_4 és C_2H_4 modellekkel

Diszproporció, szinproporció

A szerves kémiai reakciók jelentős része redoxi folyamat. Az ilyen elektronátmeneti reakciókra vonatkozó egyenletek mindig két részegyenletből adódnak, melyek közül az egyik az oxidációs, a másik a redukciós folyamatra vonatkozik:



Az általános formájú egyesített egyenlet:



A reakció egyensúlyi állandója:

$$K = \frac{[\text{red}_1]^{n_2} [\text{ox}_1]^{n_1}}{[\text{ox}_1]^{n_2} [\text{red}_1]^{n_1}}$$

Az egyensúlyi állandó értéke az (1) és (2) redoxirendszerek standardpotenciáljainak ismeretében kiszámítható. A redoxipotenciálok, amelyek az oxidált és redukált alak közötti elektronicszerelődés következményei (és indifferens elektródok közvetítésével mennek végbe):

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_{1,0} + \frac{0,059}{n_1} \lg \frac{[\text{ox}_1]}{[\text{red}_1]},$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_{2,0} + \frac{0,059}{n_2} \lg \frac{[\text{ox}_2]}{[\text{red}_2]}.$$

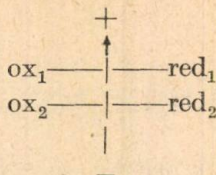
Figyelembe véve, hogy egyensúlyi állapotban $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$ az $n_1 n_2$ -vel való szorzás és megfelelő átrendezés után:

$$\frac{n_1 n_2 (\varepsilon_{1,0} - \varepsilon_{2,0})}{0,059} = \lg \frac{[\text{red}_1]^{n_2} [\text{ox}_2]^{n_1}}{[\text{ox}_1]^{n_2} [\text{red}_2]^{n_1}} = \lg K,$$

a redoxireakció egyensúlyi állandójának logaritmusa és a standard-redoxipotenciálok közötti összefüggést kapjuk meg. Ennek az egyenletnek a segítségével arról tájékozódhatunk, hogy egy adott redoxireakció — legalábbis ideális esetben — mennyire mehet végbe. Nem szabad ugyanis figyelmen kívül hagynunk, hogy a redoxipotenciál-értékeket különböző tényezők jelentősen befolyásolják. Ilyenek a koncentrációviszonyok, a közeg pH-ja, komplexképző ligandumok jelenléte. A reakciók tényleges végbemenetele a rendszernek az adott körülmények közötti valóságos redoxipotenciáljától függ.

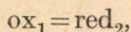
Az egyensúlyi állandó számszerű értéke — amely tehát arról tájékoztat, hogy a reakció milyen mértékben megy végbe —, a reagáló redoxirendszerek standardpotenciáljainak a különbségével nő. Ahhoz, hogy egy redoxireakció számottevő mértékben megvalósulhasson, alapvetően az szükséges, hogy annak a párnak a standardpotenciálja, amelyhez az oxidáló anyag tartozik, pozitívabb legyen azon párénál, amelyhez a redukáló anyag tartozik. A kémia oktatásában, a redoxifolyamatokkal kapcsolatban azt érdemes hangsúlyozni, hogy a pozitívabb potenciálú rendszer oxidált alakja (ox_1) képes oxidálni a negatívabb rendszer redukált alakját (red_2), illetőleg az utóbbit redukálni tudja az előbbit.

A szóban forgó rendszerek redoxipotenciál-viszonyait az alábbi módon szemléltethetjük:

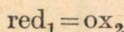


Ezek után foglalkozzunk a diszproporcionálódási, illetve a szinproporciós folyamatokkal, vagyis azokkal a redoxireakciókkal, amelyeknél ugyanaz az elem (alkotórész) részben oxidálódik, részben redukálódik, vagy ennek éppen a fordítottja történik.

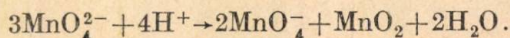
Előbbi jelölésünkkel maradva a diszproporcionálódásnál:



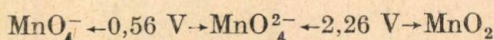
szinproporciónál:



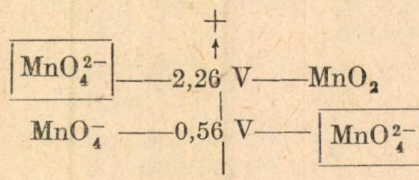
A *diszproporcionálódás* olyankor megy végbe, ha annak a rendszernek a standardpotenciálja, amelyben a kérdéses anyag oxidálószer, pozitívabb azon redoxirendszerénél, amelyben ugyanaz az anyag redukálószer. Például: a mangánátokból, amelyekben a mangán oxidációs száma +6, savas közegben +7-es oxidációs állapotú mangánt tartalmazó permanganát, illetve +4-es oxidációs állapotú mangán-dioxid képződik.



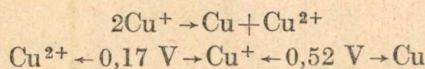
A redoxipotenciálok:



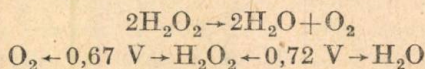
A korábbi ábrázolásunk szerint:



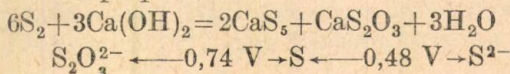
Tapasztalati tény, hogy a réz(I)-vegyületek kevésbé állandóak, rézkiválás közben réz(II)-vegyületté alakulnak, vagyis a középső oxidációs állapotból a két szélső keletkezik:

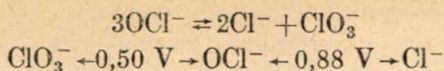


Közismert reakció a -1-es oxidációs állapotú oxigént tartalmazó H_2O_2 bomlása vízre és elemi oxigénre:



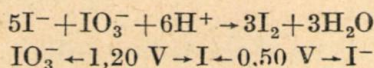
További példák a diszproporcióra:



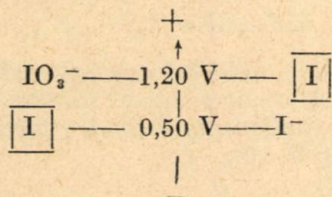


Szinproporcio abban az esetben játszódik le, ha annak a rendszernek a standardpotenciálja, amelyben a kérdéses anyag oxidálószer, negatívabb azon redoxrendszerénél, amelyben redukálószer.

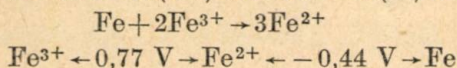
Például savas oldatban a jodátionok eléggé oxidáló hatásúak ahhoz, hogy a jodidionokat oxidálni tudják elemi jóddá. Ugyanakkor a jodátionok redukciójával is elemi jód képződik:



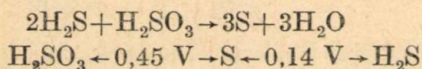
Ugyanezek a viszonyok az előbbi ábrázolás szerint:



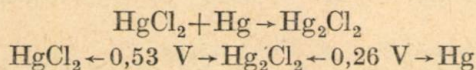
A $\text{Cu} - \text{Cu}^+ - \text{Cu}^{2+}$ rendszerekkel kapcsolatban korábban említettük, hogy a réz(I)-vegyületek diszproporcionálódás révén könnyen bomlanak elemi rézre és réz(II)-vegyületekre. Az $\text{Fe} - \text{Fe}^{2+} - \text{Fe}^{3+}$ rendszerekkel kapcsolatban a viszonyok ellentétesek. Itt a középső oxidációs állapot keletkezik a két szélsőből, azaz a fémvasból és a vas(III)-ionokból vas(II)-ionok képződnek:



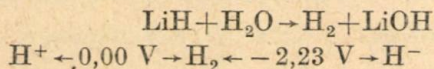
A kén-hidrogén és a kénsav reakciója során elemi kén válik ki.



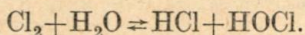
A higany(II)-kloridból elemi higany hatására higany(I)-klorid állítható elő:



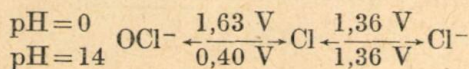
A sószerű hidridek vízzel hidrogénfejlődés közben reagálnak:



Azt a tényt, hogy a redoxipotenciálok értéke — és ezzel összefüggésben a diszproporciós, illetve szinproporciós folyamatok iránya — a közeg pH-jától számos esetben jelentősen függ, jól szemléltethetjük a klór hidrolízisének példáján:

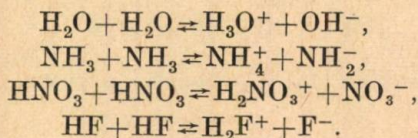


A savas, illetve lúgos közegre vonatkozó redoxipotenciálok:

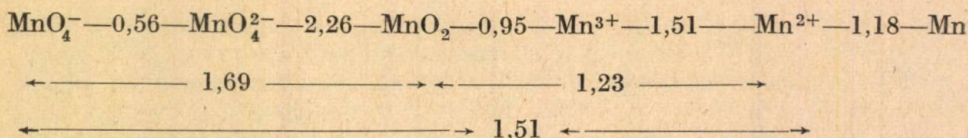


Ezen adatok ismeretében megállapítható, hogy a savas közeg a szinproporcionációnak kedvez, a lúgos viszont a diszproporcionálódásnak. Példánk azt is mutatja, hogy a diszproporció és a szinproporció ugyanannak az egyensúlynak két ellentétes irányú reakciója.

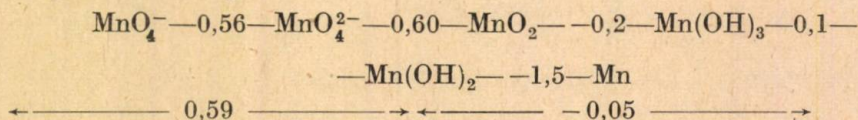
A kémia középfokú oktatásában is indokolt annak hangsúlyozása, hogy a sav-bázis, illetve a redoxifolyamatok sok vonatkozásban hasonlóak egymáshoz. Az előbbi típusnál protonok, az utóbbinál elektronok cseréjéről van szó, vagyis olyan részecskék átadásáról és átvételéről, amelyek közönséges körülmények között szabadon és tartósan nem léteznek. A diszproporciós, illetve szinproporciós egyensúlyoknak az autoprotolitikus folyamatok felelnek meg, mint amilyenek a következők:



A több oxidációs állapotban előforduló elemek redoxipárjai közötti kapcsolatok az eddigiekhez hasonlóan, de szélesebb körben is szemléltethetők, illetve egyes adatok könnyen kiszámíthatók. Vegyük például a mangánra vonatkozó adatokat savas közegben ($\text{pH} = 0$):



Lúgos oldatban ($\text{pH} = 14$):

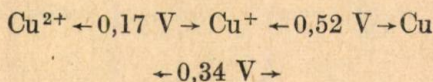


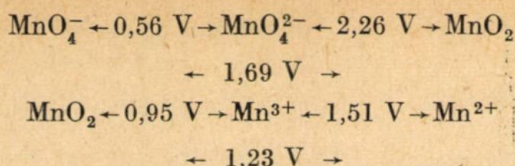
Az első sorban feltüntetett értékekből az alatta álló sorok értékei kiadódnak, ha a közbeeső fokozatoknak megfelelő redoxipotenciáloknak az oxidációsszám-változással alkotott szorzatait összeadjuk és az összeget a bruttó oxidációsszám-változással elosztjuk. Például az $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ rendszer redoxipotenciálja:

$$\frac{0,56 + 2 \cdot 2,26 + 0,95 + 1,51}{5} = 1,5 \text{ Volt.}$$

Ha viszont az $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ rendszer standard-redoxipotenciálját és a közbeeső fokozatokhoz tartozó értékeket is ismerjük, egy kivételével, ez is könnyen kiszámítható.

A diszproporciós, illetve szinproporciós reakciókkal kapcsolatban ugyanazon elem három különböző oxidációs állapotát, és az ezekhez tartozó két redoxipotenciált tüntettük fel. Az előbb említett módon kiszámítható az a redoxipotenciál-érték is, amely a legmagasabb oxidációs állapotból közvetlenül a legalacsonyabba való átmenetnek felel meg. Például:





Az ún. *Luther*-féle szabály szerint a legmagasabb oxidációs állapotból közvetlenül a legalacsonyabba való átmenetnek megfelelő redoxipotenciál mindig a legmagasabból a középsőbe és a középsőből a legalacsonyabba való átmenetnek megfelelő standardpotenciálok között van.

DR. SZÜCS LÁSZLÓ

kandidátus, tanszékvezető főiskolai tanár
Eger, Tanárképző Főiskola

Korszerű technológiai megoldások az acélgyártásban

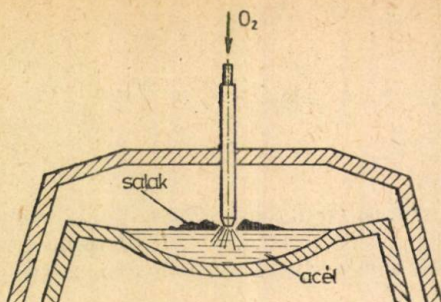
Közismert, hogy a francia *Emil Martin* és fia *Pierre Martin* 1864. április 8-án csapolták le az első, 1,5 tonnás acéladagjukat. Eljárásuk gyorsan elterjedt és 100 évig az acélgyártás uralkodó eljárása volt. Kereken 100 éves volt ez az acélgyártási technológia, amikor a fejlődés megszakadt, és új acélgyártási eljárások kezdték átvenni pozícióját. Ez annak ellenére történt, hogy az SM acélgyártás az 1950-es évek második felétől 10 év alatt többet fejlődött, mint a megelőző 90 év alatt együttvéve.

Az oktatás szempontjából sem lényegtelen, hogy e fontos fém — aminek háttérbe szorulását oly sokan próbálták megjósolni — milyen korszerű technológiákkal gyártják ma világszerte. Ezért kívánok néhány újabb acélgyártási eljárást csak az iskolai oktatás segítése szintjén bemutatni.

1. Az *oxigénes SM-eljárást* az 1950-es években dolgozták ki. Célja a kemence tüzelőanyagának tökéletesebb elégetése és a folyékony acél szennyezőinek gyorsabb oxidálása volt, oxigénbefúvatás segítségével. E technológiának tehát két ága van:

a) Az oxigénes tüzelés, amikor a levegő oxigéntartalmát dúsítják (intenzifikálják) a tökéletesebb, magasabb hőfokú tüzelőanyag-elégetés érdekében. A kb. 25—30% oxigénezés a leggazdaságosabb és 25—50%-os teljesítménynövelést eredményez.

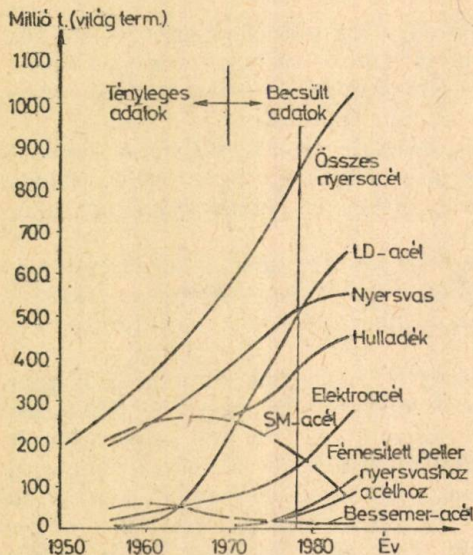
b) A betét (nyersvas, érc, ócskavas, mészke) oxigénezése, amikor az oxigént a fémrel vagy a rajta úszó salakkal hozzuk közvetlen érintkezésbe ráfúvatással (1. ábra). Azzal a céllal, hogy a folyékony fém nem kívánatos alkotóit (C, Si, Mn, P, S stb.) „kioxidáljuk” a folyékony fémből. Ennél az eljárásnál tulajdonképpen közvetlenül, acélsövön keresztül fúvatva növeljük a betétben kötött állapotban levő (ócskavas, érc, rege) oxigén mennyiségét. Csak akkor gazdaságos, ha acéltonnánként 25—30 Nm³ oxigént fúvatnak be és az SM acél betétje legalább 70% folyékony nyersvasból áll.



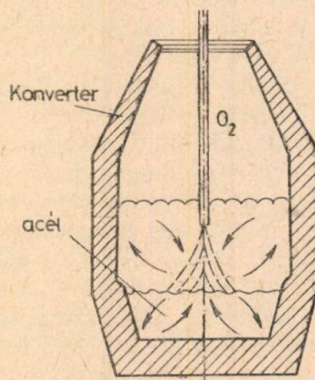
2. Az LD-eljárás a konverteres acélgyártási eljárások modern formája. Korábbi konverteres acélgyártási technológiák közül ismert a Bessemer- és a Thomas-eljárás, ahol az acélt alsó levegőbefúvatásos konverterekben állították elő, melyeket ma már alig használnak.

Az LD acélgyártás Ausztriából indult el hódító útjára. Linzben 1952-ben, Donawitzban 1953-ban kísérletezték ki az új módszert. (Innen az LD rövidítés.)

Legátütőbb sikerű válfaja az oxigénes acélgyártásnak. Ma már közel 500 millió tonna acélt állítanak elő e módszerrel, ami a világtermelés mintegy 60%-át jelenti (2. ábra). Az eljárás lényege abban áll, hogy egy bázikus bélésű konverterben az acéllá alakítandó nyersvasra vízűtéses fémfúvókán (Laval-lándzsa) keresztül mintegy 25–45 percen át nagy tisztaságú, 8–10 atm. (810,4–1013 KPa) nyomású, kb. 3000 °C hőmérsékletű oxigéngázsugarat vezetnek a hang terjedésénél nagyobb sebességgel (3. ábra). Az olvadt fém hőmérséklete a fúvatási idő elején (10–12 percben) nem változik, mert a Si és Mn oxidációjából keletkező nagy mennyiségű hőt a szilárd adalék (30–40% ócskavas, mész) felhevítése teljesen leköti, de az oxidációk előrehaladtával a rendszer „önfűtővé” válik, tehát külön konverterfűtést nem igényel. Ez termé-



2. ábra



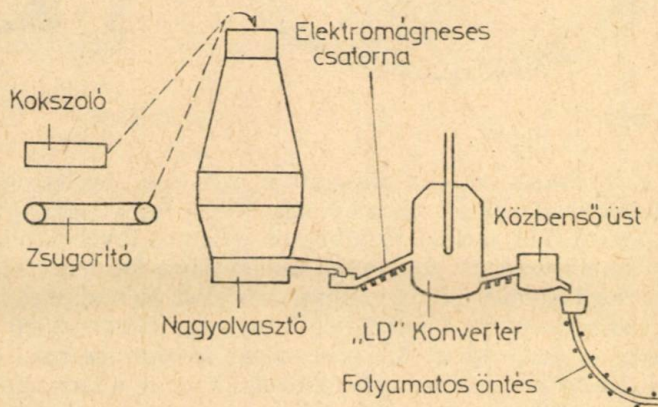
ábra

szetesen nagyon gazdaságossá teszi az eljárást. Az LD-technológia különösen alkalmas kis szénttartalmú acélfajták előállítására. Megfelelő salak kialakításával az acél kéntelenítése és foszfortalanítása is jól elvégezhető. Az így gyártott acél minősége sem marad el az SM-acéltól, sőt bizonyos szempontból előnyösebb tulajdonságai is vannak, mert pl. az LD-acél H_2 -tartalma — mely káros — lényegesen kevesebb, mint a hagyományos eljárásoknál. A gyártási költség kb. fele az SM-technológia költségeinek. Viszont nagy kapacitású oxigén-előállító üzemet igényel, mert minden tonna LD-acél előállításához mintegy 60—70 Nm³ oxigéngáz szükséges. Az eljárás gyors, hisz az SM-acél gyártás 4—5 órás adagidejével szemben 35—45 perces technológiát biztosít. Az LD-eljárás napjaink legismertebb korszerű acélgyártási technológiája. Hazánkban még nem működik LD-konverter, de 1977 decemberében már lerakták Diósgyőrben és Dunaújvárosban az új LD-acélművek építésének alapkövét. Ezek az új üzemek 2—3 év múlva korszerűbb módon termelnek acélt és közelítően megduplázzák hazánk évi acéltermelését.

3. A *KALDÓ-eljárás* tulajdonképpen az LD-eljárás egyik változatának is tekinthető, mely oxigénes módszerrel nagy foszfortartalmú nyersvasból jó minőségű acélt állít elő. Nemesacél előállítására is alkalmas. Az oxigént a kb. 30°-os szögben megbillentett konverterben a folyékony fémre fúvatják. Gyártási ideje az LD-eljárás kétszerese (kb. 90 perc), mert a foszfortalanító és kéntelenítő salakot a gyártás kapcsán kétszer, esetleg háromszor lecserélik. A világon jelenleg kb. 17—20 *Kaldó*-konverter működik.

4. A *folyamatos acélgyártás* gondolata valószínűleg azért vetődött fel, mert 1980-ra a világ acéltermelése eléri az 1 milliárd tonnát, és ennek 10%-át már gyors, folyamatos eljárással kellene megoldani. A folyamatos eljárás lényege, hogy az eddig szakaszosan és helyileg is külön-külön gyártott termékek (koks, zsugorítmány, nyersvas, acél és öntés) gyártását összehangolva folyamatosszá teszi, automatizálja, hogy így az acéltermék a folyamatos öntőműből megszakítás nélkül, állandó jelleggel futószalagon kerülhessen ki.

A folyamatos acélgyártásra idáig már sokféle javaslat született. A legfontosabbak az IRSID- és a BISRA-eljárások. Egyikének elvi vázlatát a 4. ábra mutatja be.

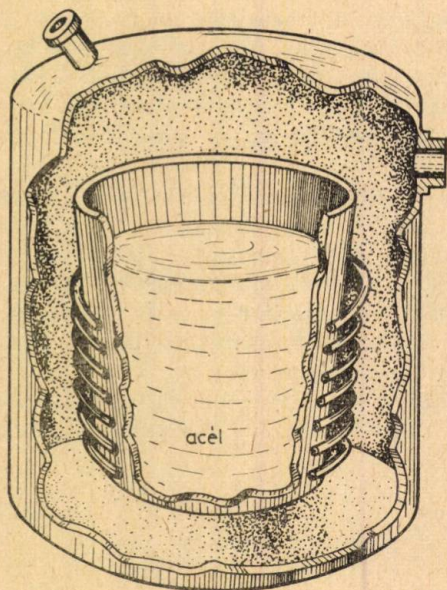


4. ábra

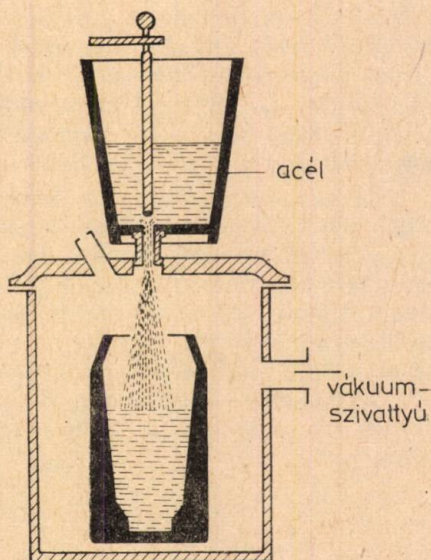
5. A *folyékony acél vákuumozásának* terve a negyvenes években vetődött fel. A fogalom alatt fémeknek, ötvözeteknek vákuumban történő átolvasztását, öntését értjük. Ipari bevezetésére először 1950-ben az NSZK-beli Bochumban

került sor. Három évtizedes fejlődése hatalmas méretű. Ma már új nemesacélmű felépítése — vákuumozó berendezés nélkül — elképzelhetetlen. Jelenleg a világon közel 400 vákuumozó berendezés működik. Az acél vákuumkezelése igen sok előnnyel jár. Segítségével az acél 60—80%-os hatásfokkal gáztalanítható, felesleges mennyiségű és káros oxidjai gyorsan eltávolíthatók, a vákuum hatására az acél kitűnően homogenizálódik, és erőteljesen csökken általa az acél „öregedésre” való hajlama. Ma már ez a módszer a tömegacélgyártásnak is sikeres és igen gazdaságos technológiája.

Kivitelezése legtöbbször úgy történik, hogy a kész folyékony acéllal teli üstöt zárt evakuálható rendszerbe helyezik (5. és 6. ábra), és 5—30 percig vákuum hatásának teszik ki. Az acél ekkor forrásba jön, hevesen mozog, fröcsköl, mintegy 40—50 cm-es acélszint-emelkedés történhet és ezalatt a fenti káros tényezők könnyen eltávoznak az acélból. A folyékony acél homogén keverése a vákuumozás alatt indukciós tekercsek által keltett hatás segítségével történik. A vákuumkezelés igen költséges eljárás.



5. ábra

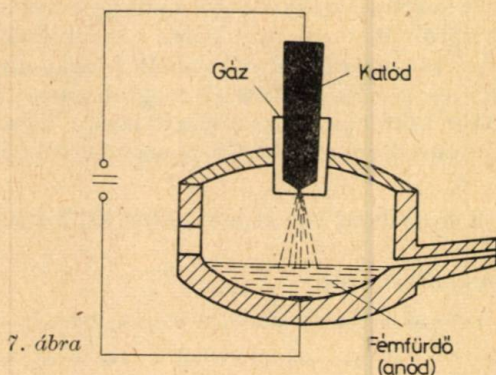


6. ábra

6. A *Plazmasugaras olvasztás* szintén egy igen korszerű acélgyártási, illetve átolvasztási eljárás. Itt a hőszükségletet nagy energiájú plazmasugárral viszik a kemencébe, melyet legtöbbször villamos ívvel teremtenek meg. A plazmaégős kemencék (7. ábra) csak napjainkban kezdenek elterjedni. A benne gyártott acél egyenértékű a vákuumos acéllal. Gáztalanító hatása kitűnő. A magas hőmérsékletre való felhevítés lehetősége (2500—3000 °C) igen jó minőségű, finoman ötvöztött acélok előállítását is lehetővé teszi. Amennyiben sikerül a plazmaégők teljesítményét fokozni, akkor ez a technológia a nemesacélgyártás legkorszerűbb módszerévé válik.

A világ fémfeldolgozó ipara egyre több és egyre nemesebb (jól ötvöztött) acélt követel a kohászatától. 2000 táján a jelenlegi becslések szerint a világ acéltermelése megközelítheti a 2 milliárd tonna évi termelést. E hatalmas műszaki feladatot csak új és lényegesen korszerűbb, gyorsabb és hatékonyabb

acélgyártási eljárásokkal lehet megoldani. S mivel ezen az úton hazánk acélgyártása is elindult, ezért kell szólnunk erről iskoláinkban a kémiaoktatás keretei között.



IRODALOM

- [1] Simon S.—Csabai Gy.: Acélgyártás II. NME Miskolc, Tankönyvkiadó. 1968.
- [2] Simon—Sziklavári—Szóke: Technológiai megoldások az acélgyártásban, Műszaki Kiadó. 1974.
- [3] Szűcs L.—Gaál I.: Szervetlen kémiai technológia. Tanárképző Főiskolák jegyzete, Tankönyvkiadó. 1974.
- [4] Szóke L.: Vákuumos ívkemencékben leolvasztott acélok minősége, 1972. kézirat.
- [5] Balsay I.: SM-acélgyártás. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1970.

BOCSKÁNÉ, DR. NAGY JÚLIA—KONCZER JÓZSEF

A szénhidrogének térszerkezeti alapon történő tanítása során szerzett módszertani tapasztalatról

Az élő és az élettelen természet a maga beláthatatlan változatosságában mindössze 90 elemből épül fel. Nemcsak a Föld, de az egész világmindenség is ezen elemekből tevődik össze. Ezek egymással a legkülönbözőbb összetételekben és változatokban végtelen sokféle kémiai vegyületet alkotnak. A tudomány azonban hatalmas, és egyre nagyobb léptekkel haladó fejlődése ellenére sem tudja az így elérhető változatok teljes skáláját kimeríteni. A ma ismert szénvegyületek száma kb. 2 millióra tehető, és ez a szám napról napra nő.

E rohamosan növekvő anyaghalmaz figyelmeztet bennünket arra a követelményre, mely szerint ha a tudomány fejlődésével lépést akarunk tartani, oktatási módszereinket permanensen korszerűsíteni kell.

A szerves kémia tantervi anyagának kidolgozásakor a legnagyobb mértékben építeni kell az általános kémiai ismeretekre (elektronegativitás, polarizáció, polarizálhatóság, kötéstípusok közötti átmenet), továbbá a szénvegyületek szerkezeti problémájára, mint pl. molekulaszerkezet és reakciókészség, térszerkezet, *cis-transz* izoméria, konformáció stb.

A szénhidrogének felépítése, szerkezetük megismerése fontos tényező a középiskolai oktatásban. A szénhidrogénekből elméletileg levezethető a legbonyolultabb összetételű szerves vegyület is.

A természettudományi osztályokban a tanterv adta lehetőségeken belül megpróbáltuk úgy átdolgozni a szénhidrogének tanítására vonatkozó utasítást, hogy megértessük a problémát a tanulókkal, s biztos alapot adjunk a további szerves kémiai problémák megértéséhez. E tárgykör tárgyalásánál olyan szerzők munkáinak áttanulmányozására fektettünk hangsúlyt, akik az oktatásban következetesen a térkémi szerkezetet alkalmazták.

A következő tematikus tervet állítottuk össze:

Tematikus egység:

A szénhidrogének térszerkezeti alapon történő tárgyalása

Tanítási óra	Tananyag	Óratípus	Új fogalom	Szemléltetés, kísérlet	Megjegyzés
1.	A paraffinmolekulák téralkata	Új ismeret közlő	Konformáció, konfiguráció, rotáció	Modellek, rajzok	Szükséges alapismeret: a szénatom tetraéderez térorientációja
2.	A konformáció kialakulását meghatározó tényezők	Új ismeret közlő	Kedvező konformáció	Rajzok, ábrák	
3.	Geometriai izoméria	Új anyagot feldolgozó	Cisz-transz izomerek	Rajzok, ábrák	Szükséges alapismeret: az olefin-kötés elektron-szerkezete
4.	Molekulaszerkezet, reakciókészség	Ismétlő	A térkémi szemlélet elmélyítése	Modellek, rajzok felhasználása	

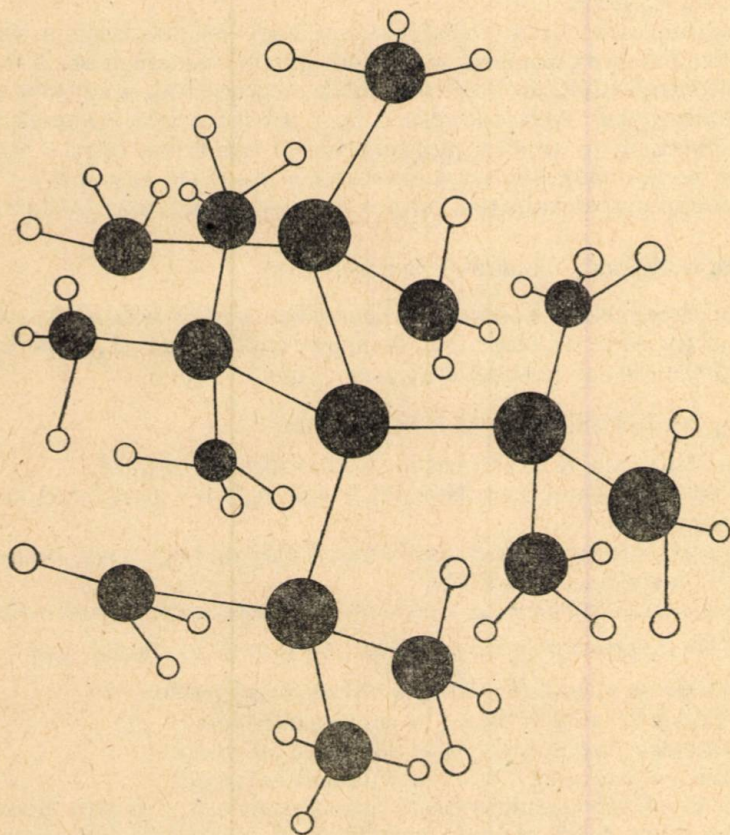
A paraffinok térszerkezetének ábrázolásánál — figyelembe véve, hogy a szénatom tetraéderez kötésorientációjú — azt a következtetést vontuk le a tanulókkal, hogy a paraffinmolekulák nem sík szerkezetűek. A téralkat szemléltetésére olyan modelleket alkalmaztunk, amelyeknél az atomot gömbök, a kötési irányokat pedig rudak jelezték. Ezek a modellek alkalmasak arra, hogy a tetraéderez kötési irány térszerkezetét áttekinthető módon szemléltessék.

A jobb tanulók maguk jöttek rá, hogy a C—C kapcsolat kötéstengelye körül a szénatomok elforoghatnak (rotálhatnak). A tanulókkal közösen arra a következtetésre jutottunk, hogy az atomok kapcsolódási rendje azonos, annak ellenére, hogy az egymással közvetlenül nem kapcsolódó atomok viszonylagos térszerkezete más és más. A nemzetközi szakirodalomban a molekuláknak a C—C kapcsolat tengelye körüli szabad rotálás útján létrejött különféle téralkatait konformációnak (konstellációnak) nevezik. A konformációváltozást ábrázoló *Stuart—Briegleb*-modellre is kitértünk.

Az összefoglalásnál felhívtuk a figyelmet arra, hogy itt is érvényesül az energiaminimumra való törekvés elve, azaz az adott állapotú molekulahalmaz-

ban a molekulák zöme rotálással viszonylagosan a legstabilabb konformációra tesz szert. Ezt nevezzük kedvező konformációnak. A kedvező konformáció kialakulását több tényező befolyásolja.

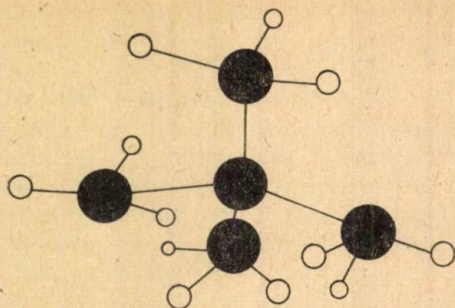
Ilyen szemlélet alapján a tanulók jobban megértik a kémiai reakciók lényegét. Ezt támasztotta alá egy tanuló kérdése: elképzelhető-e a valóságban a struktúrizomerek elvileg lehetséges száma? A valóság azt mutatja, hogy a kötéshosszak és a kötésben levő atomok méretének (illetve *van der Waals*-rádiuszának) mérlegelése alapján egyes paraffinok típusai papíron ugyan levezethetők, de a valóságban nem léteznek. Nem léteznek pl. a tetra-*terc*-butil-metán, tetrametil-metán (1. és 2. ábra). A tetra-*terc*-butil-metánnál a butilcsoport túlságosan nagy ahhoz, semhogy négy ilyen csoport a C—C kovalens kapcsolathoz szükséges közelségben egyetlen C-atom körül csoportosuljon. Hasonló okok miatt nem létezik a tetrametil-metán sem.



1. ábra. Tetra-*terc*-butil-metán

Mivel a *Stuart—Briegleb*-modellek az atomcsoportok térigényét, s részben a kötések hosszát is figyelembe veszik, a képzeletbeli vegyület nem állítható össze.

Az olefinkötést tartalmazó vegyületek tárgyalásánál az olefinkötés elektron-szerkezetének ismeretében arra a kérdésre, hogy a C=C kapcsolatban is várható-e a konformáció kialakulása, a tanulók nagy többsége helyesen nemmel



2. ábra. Tetrametil-metán

válaszolt. Az olefinkötés térbeli orientációja miatt rögzített, s itt fellép a sztereoizoméria egy különleges fajtája, az úgynevezett geometriai izoméria is, a *cisz-transz* izoméria.

Egy tanítási órán azzal foglalkoztunk, hogy megláttassuk a tanulókkal a fizikai állandók és az izomerek stabilitása közötti összefüggést. A fizikai állandókat feltüntető táblázatokban a tanulók megfigyelték a sztereoizomerek közötti különbségeket. Arra a kérdésre, hogy a feltüntetett izomerek között melyik az állandóbb — abból a megállapításból kiindulva, hogy a *cisz*-izomerek esetén az azonos atomcsoportok térközben taszítják egymást —, a tanulók kis segítséggel maguk rájöttek, hogy a *transz*-módosulatok stabilabbak.

A tanulók tudásának ellenőrzése és értékelése

A szénhidrogénekkal kapcsolatos tematikus egység befejezése után írásbeli felméréssel győződünk meg arról, mennyire sajátították el a tanulók az anyagot. A felmérésre egy tanítási órát szenteltünk:

Néhány kérdést emelnénk ki a felmérésből:

1. Mi a különbség a konfiguráció és konformáció között?
2. Milyen oknál fogva nem léteznek a valóságban a paraffinok egyes struktúrizomerjei?
3. Magyarázzátok meg elektronszerkezeti alapon, hogy a *cisz-transz* izomerek között melyik az állandóbb?
4. Miben nyilvánulnak meg a *cisz-transz* izomerek eltérő tulajdonságai?

A felmérő dolgozatot két osztályban, 52 tanulóval írattuk meg.

Az 1. kérdésre a tanulók 82,6%-a válaszolt helyesen,

a 2. kérdésre a tanulók 69,2%-a válaszolt helyesen,

a 3. kérdésre a tanulók 83,0%-a válaszolt helyesen,

a 4. kérdésre a tanulók 78,8%-a válaszolt helyesen.

A 2. kérdésnél több tanuló válasza bizonytalan volt, ami arra figyelmeztetett bennünket, hogy több oldalról megvilágítva, példákkal kiegészítve térjünk vissza a kérdésre.

Tapasztalatainkat összegezve:

1. Elősegíti az elmélet és a gyakorlat látszólagos ellentmondásainak tisztázását.
2. Mélyebb értelmet kap a szerkezeti képlet alkalmazása.
3. Elősegíti a tábla (füzet, könyv) síkjában való gondolkodás leküzdését.
4. Könnyen érthetővé válnak a tanulók számára az izoméria különböző fajtái, pl. sztereoizomerek fajtái.

5. Az energiaminimumra való törekvés elve mélyebb értelmet kap.

6. Minden nehézség nélkül alkalmazni tudják a szerkezet—energia közötti összefüggést.

A tanár számára ilyen jellegű oktatás különösebb nehézséget nem jelent, a tanulókat viszont könnyen rá lehet vezetni az alkotó gondolkodás útjára.

IRODALOM

- [1] *Fabini és társai*: Organická chemia pre stredné zdravotnícké školy a pre gymnáza. SPN, Bratislava, 1970.
- [2] *Novotný, R. V.*: Sto let stereochemie. Přírodní vědy ve škole XXVI. 375. 1974—1975.
- [3] *Červinka, O. és társai*: Organická chemia SNTL, Praha, 1969.
- [4] *Bruckner Gy.*: Szerves kémia I. Tankönyvkiadó, 1961.

CS. NAGY GÁBOR

egyetemi tanársegéd

DR. MOJZES JÁNOS

egyetemi adjunktus

Kossuth Lajos Tudományegyetem, Kémiai Szakmódszertani Csoport, Debrecen

Feladatlapos tanulásirányítás a mólfogalom kialakítása és alkalmazása során

Az 1976-ban bevezetett új tantervi ismeretanyag jellege és struktúrája megfelelő szaktudományi alapot jelent a tanulók korszerű kémiai szemléletének kialakításához. A szemléletformálás időben is hosszú *folyamat*, amely számos szakmai és pedagógiai tényező együttes hatására valósulhat meg. E dolgozat keretében nem vállalkozhatunk valamennyi lényegesnek tartott tényező feltárására, csupán — a pontos fogalomalkotás és a kvantitatív tárgyalásmód szempontjából egyaránt jelentős — *mólfogalommal* és — az önálló ismeretszerző készség formálását biztosító — *feladatlapos tanulásirányítással* kívánunk foglalkozni.

A *mól* a kémiai anyagmennyiség nemzetközileg elfogadott mértékegysége, amely független a vizsgált anyagi rendszer minőségétől. Egyetemes érvényre egységes értelmezést tesz lehetővé és egyúttal kiküszöböli a korábban alkalmazott nehézkes fogalmakat (gramm-atomsúlynyi, gramm-molekulasúlynyi mennyiség). A relatív atomtömeg, relatív molekulatömeg bevezetése révén megszüntethető a „súly” és „tömeg” fogalmak keverése, következetlen és pontatlan alkalmazásuk. Tovább növeli a mólfogalom jelentőségét a kémiai egyenérték pontosabb megállapításában betöltött szerepe [1], továbbá az, hogy a makroszkópikus anyagi halmazok vizsgálata, valamint a kémiai kötések és reakciók értelmezése során — mint alapmennyiség, vonatkoztatási alap — következetesen érvényesíthető (pl.: Avogadro-törvény, termokémiai és elektrokémiai fogalmak stb.). A vegyjel, képlet a kémiai egyenlet mennyiségi jelentésének — mólkoncepcióban történő — feltárása és alkalmazása a korábbinál értékesebb lehetőséget kínál a tanulók kémiai feladatmegoldó készségének

megalapozása szempontjából is. Márpedig középiskolai kémiatanításunknak ez a területe közismerten elmarad a kívánatos és lehetséges színvonaltól. A felsorolt tényezők egyértelműen mutatják, hogy indokolt volt, és jelentős lépésnek bizonyult a tantervi reformnak a mólfogalom bevezetését és az egész tananyagban való következetes érvényesítését biztosító törekvése. A fogalom kialakítását elősegíti, hogy az Avogadro-féle szám — középiskolai szinten — kísérleti úton meghatározható [2]. Emellett — a tanulók életkori sajátosságainak megfelelően — szükséges e számérték nagyságának hasonlatok, analógiák felhasználásával történő érzékeltetése is. A mólkoncepció elmélyítése, tudatos alkalmazása pedig sok és sokféle gyakorló feladat megoldása révén történhet.

Az osztálykeretekben alkalmazott hagyományos, megbeszélő módszerrel nem minden téma feldolgozásánál biztosítható az egyes tanulók gondolati aktivitása és a tanulás irányítása. További problémaként jelentkezik, hogy megoldatlan a tanár—tanuló közötti folyamatos visszajelzés, és nem érvényesülhet kellő mértékben az egyéni adottság sem. A felsorolt hiányosságok kiküszöbölésére jó lehetőséget kínál a *programozott oktatás*, amely az utóbbi két évtizedben világszerte a szakmai érdeklődés előterébe került. Az eddigi — viszonylag kisszámú — tapasztalat szerint *kémiai tárgyú tanulási programok* szerkesztése során mindhárom programozási eljárás (emprikus, tanulásméleti és rendszerelméleti) alapon történő megközelítés [3]) eredményes lehet. Magas szinten valósul meg a kémiai ismeretszerzés a lineáris szerkesztésű feladatlapokkal irányított félmikro-technikás tanulókísérletek esetében. Ezzel a módszerrel ugyanis hatékonyan programozható a tanulók manuális és gondolati tevékenysége egyaránt [4]. Az elmúlt egy-másfél évtizedben elkészült és kipróbálásra került több gimnáziumi téma lineáris vagy elágazásos struktúrájú programja, sőt a közelmúltban már DIACORR oktatógépre szerkesztett kémia-programot is leírtak [5]. Ezzel együtt is tény, hogy az önálló ismeretfeldolgozás napjainkban még nem valósul meg a nevelési célok által megkívánt és a tananyag révén biztosított mértékben. Ilyen szempontból értékes lehetőséget kínálnak a *feladatlapok*, amelyekkel az ismeretszerző folyamat egy-egy mozzanatában vagy annak teljes menetében irányíthatjuk a tanulók munkáját. A feladatlapos tanulásirányítás nem jelent — szigorú értelemben vett — programozott oktatást, de annak alapelveit (elsősorban a „kis lépések” elvét és az „aktív válaszadás” elvét) hatékonyan érvényesíti.

Az „Általános kémiai alapfogalmak” című témakör fogalmi rendszerének elemzése s a logikai kapcsolatok feltárása alapján úgy ítéltük meg, hogy az ismeretanyag jellege ez esetben lehetővé teszi a feladatlapos irányítás kipróbálását. Ezt a szándékunkat megerősítették azok a korábbi tapasztalatok is, amelyek részben az általános iskolából a gimnáziumba való átmenet nehézségeire világítottak rá [6—7], másrészt a módszer alkalmazhatóságát bizonyították [8—9]. A feladatlapok tervezése és szerkesztése során különös figyelmet fordítottunk a *külső visszacsatolás*, a tanár—tanulók közötti *közvetlen, szóbeli információcsere* biztosítására. Ennek megvalósítása érdekében *több fázisú feladatlapokat* készítettünk. Az egyes fázisokban — meghatározott időtartammal — az adott téma egy-egy logikai egységét dolgoztuk fel. A fázisok közötti néhány perces fordítottunk *külső visszajelzésre*, a problémák tisztázására, lényegkiemelésre. Az azonnali *első megerősítést* a feladatlapok végén elhelyezett „Megoldások” rovatval kívántuk biztosítani, míg az *egyéni ütem* érvényesítése érdekében gyakorló feladatokat iktattunk be.

Részletes tématervet állítottunk össze, amelyben rögzítettük az egyes órák nevelési—oktatási célkitűzéseit, az óratípust, az alkalmazandó módszereket

és a feldolgozásra szánt időtartamot. Ennek értelmében a következő témák feldolgozása során alkalmaztunk feladatlapos tanulási irányítást:

- Kémiai és matematikai alapfogalmak.
- Az anyagmennyiség mértékegysége: a mól.
- A kémiai egyenlet kettős jelentése.
- A kémiai számítások alapjai.

Az alábbiakban bemutatjuk a mólfogalom kialakítása során használt feladatlapot.

Az anyagmennyiség mértékegysége: a mól

I. fázis

(Időtartam: 5—6 perc)

1. Az előző feladatlapon bebizonyítottuk, hogy valóban 24 a magnézium relatív atomtömege a szénatom tömegének $1/12$ -ed részéhez viszonyítva.

Most azt vizsgáljuk meg, hogy az arány akkor is megmarad-e, ha nem 1, hanem $2 \dots 100 \cdot 6 \cdot 10^{23}$ db magnéziumatom atomtömegét viszonyítjuk $2 \dots 100 \dots 6 \cdot 10^{23}$ db szénatom tömegének $1/12$ -ed részéhez.

a) 1 magnéziumatom tömege: $3,96 \cdot 10^{-23} \text{g}$
 1 szénatom tömegének $1/12$ -ed része: $0,165 \cdot 10^{-23} \text{g}$
 A magnéziumatom relatív atomtömege:, mert

$$\frac{3,96 \cdot 10^{-23} \text{g}}{0,165 \cdot 10^{-23} \text{g}} = 24$$

b) 2 magnéziumatom tömege: 2.....
 2 szénatom tömegének $1/12$ -ed része: 2.....
 A magnéziumatom relatív atomtömege:, mert

c) 100 (azaz $1 \cdot 10^2$) magnéziumatom tömege:
 100 szénatom tömegének $1/12$ -ed része:
 A magnéziumatom relatív atomtömege:, mert

d) $6 \cdot 10^{23}$ db magnéziumatom tömege:
 $6 \cdot 10^{23}$ db szénatom tömegének $1/12$ -ed része:
 A magnéziumatom relatív atomtömege:, mert

e) A példák alapján leolvashatom, hogy a magnéziumatom
 atomtömegének számértéke akkor is, ha $2 \dots 100 \dots 6 \cdot 10^{23}$ db
 magnéziumatom tömegét viszonyítjuk,,, szénatom
 tömegének $1/12$ -ed részéhez.

2. Ezt jól jegyezd meg!

A RELATÍV ATOM- ÉS MOLEKULATÖMEG SZÁMÉRTÉKE AKKOR IS UGYANANNYI, HA $6 \cdot 10^{23}$ db ATOM VAGY MOLEKULA TÖMEGÉT VISZONYÍTOM $6 \cdot 10^{23}$ db SZÉNATOM TÖMEGÉNEK $1/12$ -ED RÉSZÉHEZ.

II. fázis

(Időtartam: 20—22 perc)

1. Egyetlen atom vagy molekula tömege grammban kifejezve igen kicsi érték.

Néhány példa:

1 db H_2 -molekula valódi tömege: $0,334 \cdot 10^{-23}$ gramm
 1 db Mg-atom valódi tömege: $3,96 \cdot 10^{-23}$ gramm
 1 db C-atom valódi tömege: $1,98 \cdot 10^{-23}$ gramm

Ilyen kis számokkal nagyon nehéz lenne számolni.

Ezért — a könnyebb alkalmazhatóság kedvéért — nem egyetlen atomnak vagy molekulának a tömegét adják meg grammban, hanem $6 \cdot 10^{23}$ db atomét vagy molekuláét.

2. Számítsuk ki $6 \cdot 10^{23}$ db hidrogénmolekula tömegét!

1	darab hidrogénmolekula tömege:	
10	darab hidrogénmolekula tömege:	$10 \cdot$
100(10^2)	darab hidrogénmolekula tömege:	$100 \cdot$
600($6 \cdot 10^2$)	darab hidrogénmolekula tömege:	$6 \cdot 10^2 \cdot$

$6 \cdot 10^{23}$ darab hidrogénmolekula tömege: $6 \cdot 10^{23} \cdot$

a) Vagyis: $6 \cdot 10^{23} \cdot 0,334 \cdot 10^{-23}$ gramm =

b) A szorzat: $6 \cdot 0,334$ gramm = $2,004$ gramm 2 gramm

(Emlékszel? A szorzatnál a hatványkitevőket! Tehát:
 $-23 + 23 = 0$ $10^0 = 1$)

c) Válaszolj!

Tehát db H_2 -molekula tömege gramm.

3. Most $6 \cdot 10^{23}$ db Mg-atom tömegét számold ki!

1 darab magnéziumatom tömege:

$6 \cdot 10^{23}$ darab magnéziumatom tömege:

a) Vagyis: gramm =

b) Végezd el a szorzást!

c) Válaszolj!

Tehát db magnéziumatom tömege: gramm.

4. Az előzőek alapján számold ki, hogy $6 \cdot 10^{23}$ db szénatom tömege hány gramm

1 db szénatom tömege:

$6 \cdot 10^{23}$ db szénatom tömege:

5. a) Kiszámítottuk, hogy:

$6 \cdot 10^{23}$ db H_2 -molekula tömege: 2 gramm,

.... db Mg-atom tömege: 24 gramm,

.....: 12 gramm.

b) Próbáld önállóan kiszámítani $6 \cdot 10^{23}$ db O_2 -molekula tömegét! 1 darab O_2 -molekula valódi tömege: $5,28 \cdot 10^{-23}$ gramm. (Ha nem boldogulsz, lapozz vissza a 2. ponthoz!)

Tehát $6 \cdot 10^{23}$ db O_2 -molekula tömege: gramm.

6. Az így kapott valódi, grammban kifejezett atom- és molekulatömeg számértéke mivel egyezik meg? (2 g H_2 ; 32g O_2 ; 12 g C; 24 g Mg; stb.)

Ha azt mondjuk, hogy a hidrogén relatív molekulatömege 2, ez azt jelenti, hogy

De ha azt mondjuk, hogy 2 gramm hidrogén, ez az érték darab hidrogénmolekula tömegét jelenti, mert:

$0,334 \cdot 10^{-23}$ gramm: ez 1 darab H_2 -molekula tömege,

2 gramm: ez $6 \cdot 10^{23}$ db H_2 -molekula tömege.

7. Most biztosan felmerül benned, hogy *miért éppen $6 \cdot 10^{23}$ db atom vagy molekula tömegét adják meg grammban?*

A tudósok különböző úton *megmérték és kiszámították*, hogy 2 g hidrogén-gázban, 32 g oxigéngázban, 24 g magnéziumban, 12 g szénben mennyi az atomok, illetve molekulák száma. Ez az érték az anyagi minőségtől függetlenül $6 \cdot 10^{23}$ darab volt. Ezt a számot AVOGADRO olasz tudós nevééről *Avogadro-féle számnak* nevezzük.

Az Avogadro-féle szám értéke:, jelölése: N.

8. A *fizikából* több alapvető mértékegységet ismersz. Ezek:

- méter (m) a hosszúság mértékegysége,
- kilogramm (kg) a mértékegysége,
- (s) az idő mértékegysége,
- amper (A) az elektromos áram erősségének mértékegysége,
- ($^{\circ}\text{C}$) mértékegysége.

Most megismerkedsz egy újabb, a *kémiában* nagyon fontos mértékegységgel, a *móllal*, amely az *anyagmennyiség* mértékegysége. Ezt jól jegyezd meg!

EGY MÓL $6 \cdot 10^{23}$ db ATOM, MOLEKULA ANYAGMENNYISÉGÉT JELENTI. FONTOS:

Az anyagnak a relatív atom-, illetve molekulatömegével megegyező, de grammban kifejezett mennyiségét **MÓLTÖMEG**-nek nevezzük.

Tehát egy mól szén $6 \cdot 10^{23}$ db szénatomot jelent, amelynek tömege 12g.

Egy mól magnézium db atomot jelent, amelynek tömege g.

Egy mól oxigén.

(Ha nem emlékszel a számértékekre, lapozz vissza az 5. oldalra!)

Általában:

Egy mól db atom vagy molekula anyagmennyiségét jelenti.

Utasítás:

Ha készen vagy a II. fázissal, akkor lapozz a GYAKORLÓ FELADATOK-hoz és oldd meg az 1. és 2. feladatot!

III. fázis

(Időtartam: 10 perc)

1. a) A mól az mértékegysége, amely db atom, anyagmennyiségét jelenti.

Például:

1 mól hidrogén db H_2 -molekulát jelent, amelynek tömege gramm.

b) A jelölésekben egyszerűsége törekszünk, ezért nem írjuk ki mindig a vegyjel, képlet elé, hogy 1 mól H_2 , 1 mól Mg, 1 mól H_2O stb., hanem maga a *vegyjel, képlet* leírása már *egy mólnyi anyagmennyiséget* jelent. Tehát: H_2 , Mg, H_2O stb. külön-külön mól anyagmennyiséget jelentenek.

Például:

Al: 1 mól anyagmennyiséget jelent, amelyben db Al-atom van, s ennek tömege 27g.

2Mg: . . . mól jelent, mégpedig db Mg-atomot, s ennek tömege gramm.

2. Töltsd ki az alábbi táblázatot!

Anyag	Minőség	Mólok száma	Részecskeszám	Tömeg (g)
C	atom	1M	$6 \cdot 10^{23}$ db	12
C ₂		1M		32
CO ₂			$6 \cdot 10^{23}$ db	
H ₂ O		3M		
Mg			$3 \cdot 10^{23}$ db	

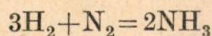
3. Elemezd az alábbi egyenleteket a megadott szempontok alapján!

- a) $C + O_2 = CO_2$
- mólok száma (M):
- részecskék száma (db):
- tömeg (g):
- b) $2Mg + O_2 = 2MgO$
- mólok száma (M):
- részecskék száma (db):
- tömeg (g):

Ha készen vagy, és maradt idő, akkor oldd meg a GYAKORLÓ FELADATOK 3. részét!

GYAKORLÓ FELADATOK

- Számold ki, hogy $3 \cdot 10^{23}$ db oxigénmolekulának mennyi a tömege!
- Számold ki, hogy 1 db alumíniumatomnak mennyi a valódi, grammban kifejezett tömege! (Relatív atomtömeg: 27)
- Elemezd az alábbi egyenletet a megadott szempontok alapján! (A nitrogén relatív atomtömege: 14)



- mólok száma (M):
- részecskék száma (db):
- tömeg (g):

A kémiai számítások alapjaival foglalkozó órán a mólfogalom alkalmazására kerül sor. Az itt használt feladatlapból — a terjedelem miatt — csupán részleteket mutatunk be.

A kémiai számítások alapjai

I. fázis

(Ebben a fázisban az elemi kémiai számításokhoz szükséges *matematikai* előismeretek felidézésére került sor.)

II. fázis

(Időtartam: 18—20 perc)

Nézzük meg a következtetés alkalmazását kémiai példakon!

1. feladat: 3 gramm magnéziumból hány gramm magnézium-oxid keletkezik?
($M_{Mg} = 24$)

1. A feladatot reakcióegyenlet nélkül nem lehet megoldani. Írd fel a magnézium égésének egyenletét és elemezd mennyiségi szempontból!

..... + =

mólok száma:

részecskék száma:

tömeg:

2. A feladat megoldásához szükséges anyagok (elem vagy vegyület): magnézium és

3. A kémiai egyenlet mennyiségi elemzésekor megállapítható, hogy g magnéziumból g magnézium-oxid keletkezik.

4. A kérdés az, hogy

5. Megoldás következtetéssel:

48 g Mg-ból 80 g MgO keletkezik, tehát

3 g Mg-ból x g MgO keletkezik.

$$x = \frac{3}{48} \cdot 80 = 5 \text{ g}$$

6. Válasz: Tehát 3 g magnéziumból 5 g magnézium-oxid keletkezik.

JÓL JEGYEZD MEG!

A kémiai feladatok megoldásának menete:

1. lépés: Az egyenlet felírása.

2. lépés: A feladat megoldásához szükséges anyagok kiválasztása.

3. lépés: Az egyenlet mennyiségi elemzése a kérdéses anyagok szempontjából.

4. lépés: A feladat megoldása következtetéssel, a meghatározott anyagmennyiségek alapján.

5. lépés: Válasz: a megoldás értelmezése.

2. feladat: Hány gramm szénből keletkezik 11 g szén-dioxid?

1. lépés:

2. lépés: A megoldáshoz szükséges anyagok:

3. lépés:

mólok száma:

részecskék száma:

tömeg:

($M_C = 12$)

4. lépés:

..... g szénből 44 g szén-dioxid keletkezik,

tehát x g szénből 11 g szén-dioxid keletkezik.

$$x = \dots\dots\dots$$

5. lépés:

3. feladat: Hány g hidrogéngáz fejleszthető 7 g vassal kénsavból?

Próbálg meg önállóan dolgozni!

(Ha nem sikerül, lapozz a MEGOLDÁSOKhoz!)

1. lépés:

2. lépés:

3. lépés:

mólok száma:

részecskék száma:

tömeg:

($M_{Fe} = 56$; $M_S = 32$)

4. lépés:

5. lépés:

Ha készen vagy, ellenőrizd a megoldásokat! Csak akkor haladj tovább, ha minden megoldásod helyes!

III. fázis

(Időtartam: 10—15 perc)

4. feladat: a) Hány mól szénből kell kiindulni, hogy $18 \cdot 10^{23}$ db szén-dioxid molekula keletkezzen?

b) Állapítsd meg, hogy ezen szén-dioxid mennyiség előállításához elegendő-e 30 g szén?

A feladat a) része alapján megállapítható, hogy $18 \cdot 10^{23}$ db szén-dioxid molekula mól anyagmennyiséget jelent.

1. lépés:

2. lépés:

3. lépés:

mólok száma:

részecskék száma:

tömeg:

4. lépés: 1 mól szénből 1 mól szén-dioxid keletkezik,

tehát x mól szénből 3 mól szén-dioxid keletkezik.

$x = \dots\dots\dots$

5. lépés:

b)

5. feladat Hány g sósav szükséges ahhoz, hogy $2 \cdot 10^{23}$ db H_2 -molekula keletkezzen cink hatására?

Dolgozz önállóan!

GYAKORLÓ FELADATOK

1. a) Hány db molekula van 72 g vízben?

b) Hány mól (és gramm) hidrogén elégetésével állítható elő ez a vízmennyiség?

2. Hány tonna mészkőből ($CaCO_3$) nyerhető 400 tonna égetett mész (CaO)? A témakör feldolgozása után felmérő dolgozatot írtunk, amelynek egyik feladatsorát az alábbi feladatok alkották:

Felmérő feladatlap

Név:

1. Írd le részletesen, hogy mi a különbség a következő két állítás között:

a) A NaOH relatív molekulatömege: 40.

b) Egy mól NaOH tömege: 40 g.

2. Milyen homogén és heterogén rendszereket tudnál létrehozni a következő anyagok felhasználásával:

kristályos NaCl, jég, higany, víz.

(Egy rendszer létrehozásához maximálisan két anyagot használj!)

3. Melyik anyagnak nagyobb a tömege:

a) $1/4$ mól szénnek,

b) $1/4$ mól magnéziumnak?

Mennyivel? Hányszor? ($M_G = 12$; $M_{Mg} = 24$)

4. Egy szénatom valódi tömege: $1,98 \cdot 10^{-23}$ g. Egy mól kalcium tömege 40 g.

Számold ki egy kalciumatom valódi tömegét!

5. Hány mól vas szükséges 16 g vas(III)-oxid előállításához? ($M_{\text{Fe}}=56$; $M_{\text{O}_2}=32$)
6. a) Hány db molekula van 72,5 g ammóniában?
 b) Hány mól hidrogén szükséges ezen ammóniamennyiség előállításához?
 c) Hány g cinkkel fejleszthető valamilyen savból ez a hidrogénmennyiség?
 ($M_{\text{N}_2}=28$; $M_{\text{Zn}}=65$)

A kísérleti és kontroll csoportokban végzett felmérések eredményeinek ismertetésére és elemzésére más alkalommal visszatérünk. Ezek, valamint a tanítási órákon szerzett tapasztalatok összegezése alapján a következő megállapításokra jutottunk:

— Az „Általános kémiai alapfogalmak” c. témakör feldolgozása eredményesen valósítható meg feladatlapos irányítással. Ez a tanítási—tanulási eljárás *hatékonyabbnak* bizonyult a megbeszélő módszernél olyan feladatok megoldása esetén, amelyek a fogalmak önálló, alkotó alkalmazását feltételezik.

— Az egyéni tanulást biztosító *feladatlapok használatát* a tanulók—tanári (szóbeli) útmutatása és saját tevékenységük alapján — *rövid idő alatt elsajátították*. Az egyes témák feldolgozása során *fegyelmezett* és valóban *önálló* munkát végeztek. Nem éltek vissza azzal, hogy rendelkezésükre álltak a helyes megoldások, ellenkezőleg: a ténylegesen szükséges, folyamatos önellenőrzést többen elmulasztották.

— A feladatlapokon sikerült megvalósítani az adott fogalom, ismeret megfelelő számú és nagyságú *elemekre* való bontását. Ezek *kelő információt* biztosítottak valamennyi tanuló számára a lineáris program teljesítéséhez. A feladatlapok *terjedelme* megfelelőnek bizonyult: az új ismeretanyagot minden tanulónak sikerült már az órán feldolgoznia. A gyakorló feladatok — a jobb felkészültségű tanulók foglalkoztatása révén — segítették az *egyéni haladási ütem* megvalósulását.

— A feladatlapok egyes fázisai közötti időtartam elegendő lehetőséget biztosított a tanár közvetlen ellenőrző, irányító munkájához. Így a *külső visszacsatolás* is eredményesebben valósult meg, mint a korábban alkalmazott óra végi, néhány perces ellenőrzés, összefoglalás esetében.

— A vizsgálatokban részt vett *tanulók* döntő többsége — az utólagos, írásbeli *vélemények* szerint — értékesnek és szükségesnek tartja a feladatlapos tanulást. Ezzel teljes összhangban van a megkérdezett *szaktanárok* álláspontja is.

i Az általános kémiai alapfogalmak és -mennyiségek pontos elsajátítása és alkalmazása megalapozza a tanulók kvantitatív szemléletmódját. A mólkoncepció következetes érvényesítése azonban további lehetőséget is kínál a kémiai feladatmegoldó készség fejlesztésére: a *mólszámok viszonya* alapján történő számítások megvalósítását. Ennek optimális tantárgypedagógiai körülményeit (közte a feladatlapos tanulásirányítás alkalmazhatóságát) további vizsgálatok kell, hogy feltárják.

Köszönettel tartozunk Fátrai Éva és Papp Antónia tanárjelölteknek a feladatlapok tervezése és kipróbálása során végzett értékes tevékenységükért, továbbá azoknak a kollégáknak (elsősorban a KLTE Gyakorló Gimnázium Kémiai Munkaközössége tagjainak), akik segítőkészen támogatták iskolai vizsgálatainkat.

- [1] Dr. Mojzes J.—Cs. Nagy G.: A kémiai egyenérték. A kémia tanítása, 1974. 6. 161. o.
- [2] Flórián—Szabó Z.: Az Avogadro-féle szám kísérleti meghatározása. A kémia tanítása, 1972. 1. 26. o.
- [3] Kiss Á.: A tanulás programozása. Tankönyvkiadó, Budapest, 1973. 199. o.
- [4] Ványek B.: Programozzuk-e a tanulókísérleteket? — Igen! ELTE TTK Szakmódszertani Közlemények, 1975. 133. o.
- [5] Szebeni Sz.—Müllner E.: Kémiai oktatóprogram BYO 02 DIACORR oktatógépre. ELTE TTK Szakmódszertani Közlemények, 1975. 95. o.
- [6] Szalay I.: Az általános iskola és a gimnázium közötti átmenet nehézségeinek elhárítására irányuló kísérletek. A kémia tanítása, 1975. 1. 14. o.
- [7] Sztjaszny S.: Az első osztályos gimnáziumi kémia tanításának komplex átszervezése. A kémia tanítása, 1975. 1. 14. o.
- [8] Molnár I.-né.: Új anyag feldolgozása önálló tanulói munkával. A kémia tanítása, 1974. 5. 155. o.
- [9] Cs. Nagy G.: Aktív módszerek a rendszerező ismételtsben. Kémiantanárok VII. Országos Konferenciája, Kecskemét, 1976. június 28—30.

FOLYÓIRATSZEMLE

Chemie in der Schule
1975

6/268 Klaus-Peter Richter:

A demonstrációs kísérletek optimalizálási kritériumai

Legalább 4 ismérve van az optimalizálásnak:

- A) egyszerűség,
- B) viszonylagos veszélytelenség,
- C) egyértelműség,
- D) gyors végrehajthatóság.

A-hoz:

1. A kísérleti berendezés a tanterv által előírt felszerelési darabokból legyen összeállítható.
2. Áttekinthetően, az asztallap fölött 50 cm-rel legyen. A készülékek egymás mellett, ha kell egymás fölött, de sohase egymás mögött legyenek elhelyezve. A rövid gumicső-csatlakozások által a berendezés zárt jelleget nyer. Ha azonban didaktikai okokból tagolnunk kell, akkor az egységek között hosszabb összekötő üvegcsövek legyenek.
3. A kísérleti berendezés könnyen kezelhető legyen, hogy a tanár figyelmét ne vonja el más feladataitól.
4. A tanulók számára részleteiben is érthető legyen.
5. A kísérlet vegyszerigénye a rendes vegyszerellátás keretében mindig kielégíthető legyen.

B-hez:

Ne léphessenek fel nem kívánt mellékreakciók, de a főfolyamat is a tanár irányítása alatt álljon. A tanár ismerje és tartsa be a munka- és tűzvédelmi előírásokat. Az előkészítés közben a tanár gondolja át, és mérje fel a lehetséges veszélyforrásokat. A kísérletet ugyanazzal a berendezéssel hajtsa végre, amely-

lyel kipróbálta. Hibás üvegedényeket nem szabad használni. A felhasznált vegyszer tisztasági foka olyan legyen, hogy a szennyező anyagok ne okozzanak veszélyes mellékreakciókat. Gázreakciókhoz a berendezés tömítettségét meg kell vizsgálni. Gázfejlesztés után a záró- vagy mosófolyadék visszaáramlását meg kell előzni. Éghető gázok esetében a láng visszacsapását dróthálóval vagy közbeiktatott mosópalackkal kell megakadályozni. *A meggyújtás veszélytelen-ségéről minden esetben durranógázpróbával kell meggyőződni.* A készülékek biztonságosan rögzítve legyenek. Mérgező és maró anyagokkal csak a tanár kíséreltezhetsen. A maradékot gondosan meg kell semmisíteni. Mérgező gázok ne kerülhessenek a tanterem levegőjébe. Ehhez megfelelő elszívásra van szükség, vagy pedig adszorpciós, illetve abszorpciós módszerrel kell a gázokat visszatartani. Elektromos készülékek használata különös gondot igényel. A készülékek állapota kifogástalan legyen. Ahol elektromos vezető folyadékkal érintkezik, ott maximum 42 V feszültség alkalmazható. Csak védőföldeléssel ellátott konnektorokat és vezetékeket szabad használni. A kísérlet végrehajtása után azonnal feszültségmentesíteni kell a berendezést.

C-hez:

1. Az oktatási célnak megfelelő jelenség kellő intenzitású legyen. Ezzel szemben a nemkívánt effektusok gyengék legyenek.
2. A tanár e hatásokat erősítse, illetve gyengítse. A hatékonyság növelésének lehetőségei a következők:

Jól láthatóság:

- a) állványbafogás takarás nélkül,
- b) kellő magasságú elhelyezés,
- c) makroedényzet megfelelő mérete,
- d) kellő anyagmennyiség felhasználása.

Kontraszt: Megfelelő színű háttér alkalmazása.

Összehasonlító oldal:

- a) ugyanolyan vastag rétegű legyen,
- b) fehér háttér legyen mögötte,
- c) ugyanolyan megvilágítást kapjon.

Átvilágítás:

Ez alulról történjék, mert csak így nem vakít a fényforrás. E célra az írásvetítő is jó, és tejüveggel még alkalmasabbá tehető. A kontrasztot fokozó háttér ehhez is szükséges.

Sötétítés:

Többnyire nem kell teljesen besötétíteni a tantermet, de sötét háttér szükséges.

D-hez:

1. Az előkészítési idő lerövidíthető, ha állandó összeállításban használjuk a leggyakoribb eszközöket.
2. Hacsak nem célunk, hogy a készülék helyszíni felépítésével a tanulók gondolkodását fejlesszük, az összeállítást az óra előtt végezzük el. A hossz- szas melegítési időt előmelegítéssel rövidíthetjük le.

Karakas Gábor

С О Д Е Р Ж А Н И Е

<i>И. Барч</i> : Модели молекулярной орбиты	33
<i>М. И. Талош—И. Матрай</i> : Употребление моделей в новом учебном материале химии для I. классов	34
<i>Э. Тот</i> : Моделирование атомных и молекулярных орбит с помощью магнитов ..	37
<i>Й. Фабян</i> : Демонстративные модели молекул изготовленные из резинового мяча ..	40
<i>Д-р Й. Нулаши</i> : Диспропорция, пропорция цветов	43
<i>Д-р Л. Сюч</i> : Современные технологические разрешения в производствестали ...	47
<i>Д-р Б. Й. Надь—Й. Концер</i> : О методичеких опытах испытанных во время обучения углеводородов происходящего на основе объёмной структуры	51
О журналах (<i>Г. Каракаш</i>)	64

I N H A L T

<i>Bartsch, Iván</i> : Molekülorbitale Modelle	33
<i>Frau Mátrai, Ilona Tólos—István Mátrai</i> : Anwendung von Modellen im neuen Chemielehrstoff der I. Klassen	34
<i>Tóth, Zoltán</i> : Modellierung von Atom- und Molekülarbahnen durch Magnete.....	37
<i>Fábián, József</i> : Demonstrations-Molekülmodelle aus Gummibällen	40
<i>Dr. Nyilasi, János</i> : Disproportion, Synproportion.....	43
<i>Dr. Szűcs, László</i> : Zeitgemässe technologische Lösungen in der Stahlerzeugung ..	47
<i>Frau Bocska, Dr. Júlia Nagy—Josef Konczer</i> : Methodische Erfahrungen im Unterricht der Kohlenwasserstoffe auf Grund ihrer Raumstruktur	51
Rundschau (<i>Karakas, Gábor</i>)	64

C O N T E N T S

<i>I. Bartsch</i> : Molecular-orbital models	33
<i>I.T. Mátrai—I. Mátrai</i> : Applying models in the new teaching material of chemistry, for the first forms	34
<i>Z. Tóth</i> : Modelling atomic and molecular orbits by means of magnets.....	37
<i>J. Fábián</i> : Molecular models made of rubber balls for demonstration.....	40
<i>Dr. J. Nyilasi</i> : Disproportion, colourproportion	43
<i>Dr. L. Szűcs</i> : Up-to-date technology in steel production.....	47
<i>Dr. B.J. Nagy—J. Konczer</i> : Methodical experiences in teaching hydrocarbons on the basis of space structure.....	51
On journals (<i>G. Karakas</i>)	64

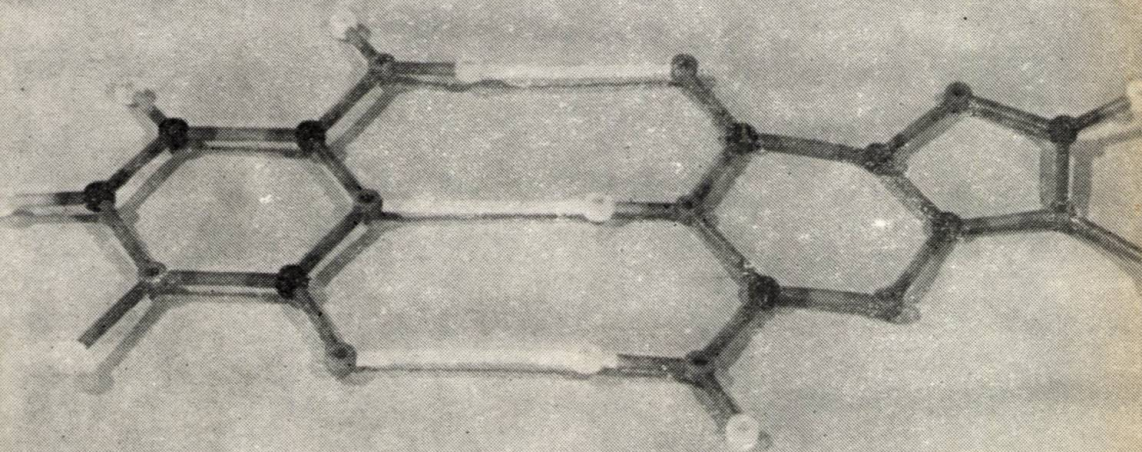
A KÉMIA TANÍTÁSA

1978

4

XVII. ÉVF.

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata



A KÉMIA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI
MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:
DR. BALÁZS LÓRÁNT

Szerkeszti:

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Szerkesztőség:

1071 Budapest VII., Gorkij Fásor 17.
Országos Pedagógiai Intézet Kémiai
Tanszéke. Telefon: 211-200 — Kiadja
a Tankönyvkiadó, 1055 Budapest V.,
Szali utca 10-14. — A kiadásért felelős
a Tankönyvkiadó igazgatója. —
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizet-
hető bármely postahivatalnál, a kéz-
besítőknél, a Posta hírlapüzleteiben
és a Posta Központi Hírlap Irodánál
(KHI. Budapest, V., József nádor
tér 1., telefon: 180-850, postacím: 1900
Budapest) közvetlenül vagy posta-
utalványon, valamint átutalással a
KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelző-
számra. Előfizetési díj egy évre:
14.— Ft.

2240 — Révai Nyomda
Egri Gyáregysége, Eger.

F. v.: Vilček János.

ISSN 0451-6419

Megjelenik évente négyszer

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket gé-
pelve, két példányban küld-
jék meg a szerkesztőség
fenti címére. — A papír-
lapnak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal írja-
nak. Egy-egy oldalra 30
sort gépeljenek. A sor hosz-
za 66 betűhely. A cikkek
terjedelme legfeljebb 4-5
gévelt oldal lehet. A rajzo-
kat, táblázatokat külön la-
pon, megfelelő ábraszöveg-
gel (aláírással) ellátva
küldjék be.

Szerkesztőség

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Hinora Sándorné, Kovács László, dr. Körner
Miklós, Michalovszky Csabáné, dr. Pataki László,
dr. Rácz Fodor Benő, dr. Rozgonyi Jánosné, Sárdi
Béla, dr. Szűcs László

TARTALOM

Dr. Polinszky-Károly: A kémiatanárok or- szágos fórumán	97
Dr. Balázs Lóránt: Az általános iskolai kémiatanár-továbbképzés helyzete és feladatai	100
Dr. Török Ferenc: A kvantumkémia és a reakciókinetika kapcsolatáról	106
Dr. Pataki László—Ódor Zsuzsanna: Mik- roküvetés kémiai kísérletek I.	109
Dr. Horváth Gáborné—Dr. Jablonkay Ist- vinné: Az univerzális diavetítő alkal- mazása a kémia tanításában	116
Mojzes János—Bundschuh Borbála—Nagy Gábor: A DNS-molekula modellje és a tanításban való alkalmazása	120
Guczoghy Lajosné—Guczoghy Lajos: A vé- konyréteg-kromatográfia alkalmazása a kémia oktatásában II.	125
Karakas Gábor: Kémiai számítások kor- szerűen II.	127

Dr. POLINSZKY KÁROLY
akadémikus, oktatási miniszter

A kémiantanárok országos fórumán*

Kedves Elvtársnők!
Elvtársak!
Kedves Kollégák!

Köszöntöm a „Kémiantanárok VIII. Országos Konferenciájának” valamennyi résztvevőjét — tudósokat és pedagógusokat egyaránt —, akik mindannyian abból a célból jöttek ide Salgótarjánba, hogy segítsék, előre mozdítsák kémia-tanításunk ügyét.

Nem ez az első olyan tanácskozás, amelyen az oktatás fejlesztéséről esik szó.

Az MSZMP KB 1972. júniusi határozata az oktatás korszerűsítését tűzte ki feladatul, amelynek alapján új tantervek és tankönyvek bevezetése kezdődik majd el a következő tanévben. Érthető tehát, hogy ezen a mostani rendezvényen is a kémia tanításának korszerűsítése foglalja el a központi helyet a Konferencia programjában.

A kémia és a kémia tanítása nagyon sok szempontból kiemelkedő jelentőségű, hiszen a kémia közvetlenül vagy közvetve az élet szinte minden területén alkalmazásra talál.

Fontos feladatok várnak a kémiára a mezőgazdaság kemizálásában: a növényvédelemben és műtrágyázásban, a különböző műanyagokat előállító iparágakban; a műszálakat feldolgozó textiliparban, a régi hagyományokkal rendelkező, elismert gyógyszeriparban és még számos más iparágban is.

A Konferencia programja szerint számos üzemet, gyárat látogatnak majd meg a résztvevők itt Salgótarjánban és környékén is, ami tovább bővíti ismereteiket és mindezt hasznosíthatják a tanítás során. Tanítványaik — de mi magunk is — naponta találkozunk a kémia vívmányaival: műanyagok, gyógyszerek, kozmetikai és háztartási anyagok, lakkok festékek, mosószerek stb. hosszú sora hívja fel a figyelmet arra, hogy hétköznapi életünk során milyen szoros a kapcsolatunk a kémiával.

Nem feledkezhetünk el arról sem, hogy a természetben, környezetünkben előforduló anyagok kémiai anyagok, ezek egy részét kivonva, megtisztítva közvetlenül is felhasználjuk; más részét kémiai reakciók révén céljainknak megfelelően átalakítva hasznosítjuk. Mindez jelzi, hogy milyen rendkívül széles terü-

* Megnyitóbeszéd a Kémiantanárok VIII. Országos Konferenciáján, Salgótarján, 1978. július 3—5.

letet ölel fel a kémia, és milyen fontos és sokoldalú feladatnak kell eleget tennie kémiatanításunknak. A tanítványaik iskolán kívül szerzett ismeretei mind inkább bővülnek a rádió, a TV és az írásos információbőség miatt, és ezzel lépést kell tartani az iskolai oktatásban is.

Nem könnyű feladat, ehhez a gyakorló pedagógusoknak segítséget kell nyújtani.

A fejlődés óhatatlanul hozta magával, hogy a kémia általános és középiskolai ismeretanyagát korszerűsíteni kellett, amit egyébként régóta maguk a gyakorló pedagógusok sürgettek. Véleményüknek éppen ezen a fórumon, a korábbi konferenciák során adtak hangot.

A Kémiatanárok Országos Konferenciájának már hagyományai vannak. A Magyar Kémikusok Egyesülete az Oktatási Minisztériummal együttműködve már 1962-től kétévenként rendezi meg ezt a fórumot. A konferenciáknak jelentős szerepe van a hazai pedagógusok tapasztalatcseréjében, a kémiatanítás problémáinak és eredményeinek megismerésében, egy szóval a kémiatanárok munkájának országos összefogásában.

A rendezvényekre többen ellátogatnak a baráti országokból is, gyakran előadásokon számolnak be az ottani oktatási problémákról és eredményekről. Ez számos előnnyel jár, lehetőség nyílik a közvetlen információcserére, s a hazai tapasztalatokat a külföldiek is kiegészítik.

A konferenciák mindenkor elősegítették a pedagógusok szakmai ismereteinek bővülését. A kémiai tudomány képviselői előadásaikkal hozzájárultak a korszerű kémiai szemlélet kialakulásához, az ipari szakemberek az elmélet és a gyakorlat kapcsolatára hívták fel a figyelmet. Az 1972. évi közoktatási határozat után ez külön is fontossá vált, mert megindult a kémiatanítás korszerűsítésének munkája. Ennek eredményeképpen a középiskolákban már sor került a kémia tanításának reformjára. 1974/75. tanévtől a szakközépiskolákban, 1976/77. tanévtől pedig a gimnáziumokban vezettük be az új tantervet és tankönyveket.

A rendezvények nem kis mértékben segítették elő mindezt; sőt éppen az oktatási feladatok sokrétűsége miatt, a különböző iskolatípusokban tanító pedagógusok konkrét problémái miatt bővült a konferenciák programja, s a plenáris előadások mellett a szekcióprogramok is helyet kaptak.

1974-ben Egerben a szakközépiskolai és a gimnáziumi szekció mellett már az általános iskolai szekció is megjelent, ahol a kísérleti tanítások eredményeiről, a tanítás alapvető szakmai és módszertani problémáiról is szó volt.

A következő, az 1976-ban Kecskeméten rendezett konferencián — az előbbi célkitűzések mellett — a pedagógusok új forumaként „poster”-előadások bővítették a gyakorló pedagógusok lehetőségeit, hogy újításaikról, módszertani elgondolásaikról, tanítási tapasztalataikról beszámolhassanak, ezzel is hozzájárulva a hazai módszertani kultúra fejlődéséhez.

Ez a konferencia ismét fontos állomása lehet e rendezvénysorozatnak. A korábban megkezdett munka folytatása mellett újabb, a közeljövőben aktuális témakörökkel is foglalkozik, mint például az 1980-tól bevezetésre kerülő SI-mértékegységek témakörével vagy a számítógépek alkalmazásával az oktatás területén. A plenáris előadások a legalapvetőbb szakmai kérdéseket exponálják, és különös fontosságú az elmélet és ipari gyakorlat kapcsolatának kiemelése. Három szekcióban folyik majd a munka:

1. Az általános iskolai szekció már az 1979/80. tanévben életbe lépő új kémia tanterv és tankönyv bevezetését készíti elő.
2. A gimnáziumi szekció a kémia soron kívül bevezetett korszerűsítési program befejező szakaszával foglalkozik, hiszen a jövő tanévben a III. osztály

tályos új tananyagot tanítják már, és nem kevés tapasztalat gyűlt össze az I. és II. osztályban tanított tananyaggal kapcsolatosan sem. S máris előkészíti a kémiatanításnak azt a korrekciós szakaszát, amelyet az általános tantervi korszerűsítés tesz lehetővé 1981-től. Ekkor érik el a középiskolát azok a tanulók, akik már az új általános iskolai anyagot tanulták.

3. A szakközépiskolai szekció az új tantervekkel foglalkozik, az iskolatípusok közötti szükséges koordinációt vizsgálja, és áttekinti a vegyipari szakmunkásképzés problémáit.

E rendezvény valóban sokrétűen foglalta programjába a kémiatanítás aktuális kérdéseit, a kiállításon a tanítás során jól felhasználható kémiatörténeti összeállítás mellett már bemutatja az új taneszközöket is, amelyek alkalmazása megkönnyíti pedagógusaink iskolai munkáját. A konferencia egyúttal az eddig elért eredményeket is kiemeli, amelyhez a kémiatanárok segítségével, munkája is hozzájárult.

A korszerűsítés korántsem egyszerű feladatát csak lelkes, tantárgyát és tanítványait szerető pedagógusokkal valósíthatjuk meg. Fontos lépést tettünk előre a kémiatanítás korszerűsítésénél, nyugodtan mondhatjuk, hogy szemléletét és színvonalát tekintve nemzetközi szinten áll. Az újat azonban az iskolai oktató-nevelő munka során megvalósítani mégsem egyszerű.

Sok-sok sikert kívánok a konferencia munkájához, majd a hasznos tanácskozás után jó munkát.

Köszönöm a figyelmüket.

Az általános iskolai kémiatanár-továbbképzés helyzete és feladatai*

A felsőfokú tanulmányaikat már befejező diplomások számára az időszakonként szervezett továbbképzés fontosságát talán nem szükséges külön is hangsúlyozni. Mégsem érdektelen az ezzel kapcsolatos problémákat felvetni, a továbbképzés helyzetét áttekinteni, hogy a következőkben mind hatékonyabb formáit és módszereit alkalmazzuk, és újabb lehetőségeit tárjuk fel.

Itt az általános iskolai kémiatanárok továbbképzését vitatjuk meg, amelyet a Tanárképző Főiskolák végeznek, de ennek konzekvenciái nyilvánvalóan érintik a pedagógus-továbbképzés más területét is. Bármilyen szakról legyen is szó, a továbbképzés szoros kapcsolatban áll a felsőfokú intézményekben tanultakkal, vagyis a *képzés és továbbképzés szoros egységet alkot*. A továbbképzés mégsem tekinthető egyszerűen az egyetemi és főiskolai tanulmányok folytatásának, amelynél az ismeretanyagot ott folytatják, ahol a képzés során „abbahagyták”. Mind fokozottabban kell figyelembe venni a szűkebb szakmai ismeretek mellett, a gyakorlat igényeit, amit a pedagógusok számára az iskolai élet, tágabb értelemben a társadalmi elvárások jelentenek, aminek ki kell terjednie a pedagógusmunka, az oktatás és nevelés minden területére. A tanártovábbképzés tehát rendkívül összetett feladatot jelent, amelynek hatékony megvalósítása korántsem egyszerű.

A továbbképzés néhány fontosabb területe:

- a szaktárgyi,
- a tantárgy-pedagógiai,
- az általános felkészítés pedagógiából, didaktikából, oktatáspolitikai döntések végrehajtására stb.

Mindezt jelenleg és a következő időszakban kiegészíti a *tantervi reformra való felkészítés* rendkívül fontos feladata, hiszen az általános iskolai kémiát az 1979/80-as tanévtől új, korszerű tanterv alapján tanítják majd a kémiatanárok, összhangban az 1972. évi oktatási határozattal.

1. A szaktárgyi továbbképzés szerepe és fontossága

A természettudományok fejlődése napjainkban rendkívül felgyorsult, ismeretanyaguk évről évre rohamosan nő, a szaktudományok újabb területekkel bővülnek. Ezzel kémiatanárainknak lépést kell tartaniuk, hiszen számukra a kémia valamennyi ága, valamennyi területe szinte egyformán fontos. Tanítványaink a kémia újabb és újabb eredményeiről újságokból, folyóiratokból, rádióból és televízióból stb. értesülnek, így — a tananyag mellett — a pedagógusnak ezekben a kérdésekben is tájékozottnak kell lennie. A továbbképzésnél célszerű tehát figyelembe venni azt, hogy a tanároknak elsősorban a korszerű szemléletet kell elsajátítaniuk, átfogó ismeretekkel kell rendelkezniük, amit egy-egy speciális témakör bővebb és mélyebb megismerése csak kiegészít, illetőleg ehhez

* Vitaindító előadás a Tanárképző Főiskolák Kémiai Munkabizottságán, Eger, 1978. szeptember 1.

hozzájárul. Érthető, hogy ez nem könnyíti meg a továbbképzés tervezését, a témák kiválasztását és azt sem, hogy ezeket az ismereteket milyen szinten célszerű adni. Számításba kell venni, hogy a diploma megszerzése után eltelt hosszabb idő esetében az új mellett a korábban tanultak felfrissítése sem érdektelen. A szakmai ismeretekenél a továbbképzés mellett, feltétlenül szükség van a *permanens önképzésre*, amihez segítséget, s aminek alapjait éppen a továbbképzés alkalmával adhatjuk meg.

Az általános iskolai kémiatanár-továbbképzésben a szaktárgyi felkészítés különleges jelentőségű, hiszen a tantervek és tankönyvek a közeljövőben ezen a téren is jelentős mértékben megváltoznak a jelenlegihez képest. Az elavult, tudományosan már helyt nem álló fogalmakat használó kémiatanítás szemléletében és ismeretanyagában egyaránt megváltozik. S bár a főiskolai képzésnél már korábban átálltak a korszerű ismeretanyag tanítására, a pedagógusok az iskolai gyakorlat során visszakényszerültek a több száz éves elméleteken alapuló kémiaihoz, ami néhány év alatt a szemlélet korszerűtlenségéhez vezethetett. Ezt az ellentmondást már a képzés is magába foglalta, amikor a modern kémia tanulásával párhuzamosan a módszertan keretében feldolgozták az elavult ismereteket exponálódó általános iskolai tananyagot. Szerencsére, ez az utóbbi probléma már nem aktuális, mert a Tanárképző Főiskolák Kémiai Szakbizottsága időben, a tantervi kísérletekkel szinte párhuzamosan biztosította a kémiatanárok felkészítését az új szemléletű tananyagra. Ennek előnyét, sőt szükségességét nem kell külön kiemelni. Meghozta gyümölcsét a gondos előrelátás, hogy a képzést szoros összhangban kell fejleszteni a tantervekkel, mert csak így lehet a tanárokat felkészíteni arra a munkára, amire a felsőfokú intézmény képesít. A továbbiakban számos példát látunk majd, ami ehhez hasonlóan, a továbbképzés összhangját mutatja a tantervekkel, biztosítva a felkészülésre szükséges időt.

2. A tantárgypedagógiai továbbképzés szerepe és fontossága

Az általános iskolai és középiskolai pedagógusok oktató-nevelő munkája alapvetően különbözik a felsőfokú oktatástól, a szaktárgyak tanításától. A kémia, s ehhez hasonlóan valamennyi tantárgy, a tanulók általános műveltségéhez járul hozzá. Az osztály többsége nem kémikusnak készül, mint pl. az egyetemek, főiskolák, kémia szakán. Életkori sajátásaik is mások, mint a főiskolán, így a tanításban használt *módszerek* is különböznek. A tantervek rögzítik azt, hogy *mit* tanítsunk, röviden érintik azt is, hogy *hogyan*. Az újabb, korszerű módszerek elterjesztése a tanártovábbképzés egyik fontos feladata, amivel a szaktárgyi ismereteket feltétlenül szükséges kiegészíteni.

A kémiatanítás sajátos jellege számos olyan módszert igényel, amely nélkül a tantárgy tanítása korántsem lenne hatékony, s így sem az oktatási, sem a nevelési célkitűzéseket nem teljesítené. A szakmetodika most már az iskolai tananyagon belül mutatja be azokat a lehetőségeket, amelyek a tanárok konkrét, gyakorlati munkáját segítik elő. Kémiában a kísérletezés, a modellezés, az aktív ismeretszerzés kiemelkedő lehetőségeket biztosít ahhoz, hogy a kívánt különböző nevelési célokat elérhessük. S minthogy a tanítás a pedagógus mindennapi munkája, érthető, ha a szaktárgyi felkészítés mellett, a pedagógusok alapvetően igénylik a tantárgypedagógiai továbbképzést, hogy az alkalmas módszerek közül az adott tananyag tanításához a legmegfelelőbbet kiválasszassák. Erre ugyanis nem lehet „sablon” adni, hiszen a kiválasztott módszer függ a tanár személyiségétől, a tanulóktól és az adott tananyag témájától is. A korszerű tananyag korszerű feldolgozást kíván, gyakran teljesen új megoldá-

sokat igényel, amire a pedagógusokat ugyanúgy fel kell készíteni, mint magára a szaktárgyra, és ez sem kisebb feladat.

A továbbképzés során a tantárgy ismeretanyagának tanítási módszerei mellett feltétlenül szükséges kitérni pl. a korszerű tankönyvek, munkafüzetek, példatárak, feladat- és munkalapok komplex használatára is. A tankönyvek szerepe is változik, tankönyvcsaláddá bővül, amihez számos más, szemléltető, munkáltató taneszköz csatlakozik. Ma ezek egysége biztosítja a tanítás hatékonyságát. A tanároknak ismerniük kell a teljes taneszköz-rendszert, ennek módszertani alkalmazását, összefüggéseit. Ezen a téren a továbbképzési lehetőségek szinte kimeríthetetlenek, hiszen rendkívül sokrétű feladatokat kell megoldani.

3. A továbbképzés általános feladatai

S bár itt elsősorban a szakmai és módszertani kérdéseket exponáljuk, a teljesség kedvéért röviden utalok arra, hogy a pedagógusok továbbképzésében a fentiekén kívül, speciális továbbképzési feladatokkal is számolni kell. Ilyen terület pl. az általános pedagógia, a didaktika, a közoktatás kérdései, a világnézeti továbbképzés stb., amelyek szorosan kapcsolódnak a pedagógus iskolai munkájához, így a tanártovábbképzés tematikájához is.

4. A továbbképzés formái és módszerei

A pedagógusok szervezett továbbképzése jelenleg többféle intézményhez is kapcsolódik, amihez pl. az Iskolarádió, az Iskolatelevízió, az Országos Oktatástechnikai Központ vagy különböző társadalmi szervezetek, mint pl. a Magyar Kémikusok Egyesülete és a TIT is hozzájárul. Ez utóbbiakról most külön nem beszélünk, csupán jelzem, hogy valamennyi továbbképzési fórum összehangolt munkájára és együttműködésére szükség van ahhoz, hogy a továbbképzés minél hatékonyabb legyen.

A szakfelügyelők számára országos, *központi továbbképzést* az Országos Pedagógiai Intézet tart, amelynek két legismertebb formája a tanév-előkészítő (és -záró) tanfolyam, illetőleg a nyári szakmai továbbképzés. Ezeken a megbeszéléseken a tanárképző főiskolák kémiai tanszékeiről a metodikusok rendszeresen részt vesznek, így közvetlenül megismerik az oktatáspolitikai határozatokat, a tantervi célkitűzéseket és az évi feladatokat, Ugyanakkor előadásokkal segítik a szakfelügyelők továbbképzését és felkészítését. Az elmúlt hat év során kivétel nélkül valamennyi főiskola aktívan közreműködött a továbbképzés ezen formájában, ami minden szempontból előnyös volt.

A megyei szintű továbbképzés érthetően már szélesebb réteget érint. Itt kerül sor a központi tanfolyamokon nyert információk, ismeretek továbbadására, de ugyanitt számos más továbbképzési feladatot is megoldanak, megynként különbözően, sokszínűen, különös tekintettel a helyi problémákra és célkitűzésekre. A megyei kabinetek által szervezett *szakmai és komplex továbbképzésben* szintén jelentős szerepet vállaltak a tanárképző főiskolák kémiai tanszékei. Általában a beiskolázási körlet megyéivel tartottak szorosabb kapcsolatot, aminek eredményeként rendszeresen szerepeltek a megyei rendezvényeken. A továbbképzés más formáiban is szoros az együttműködés a szakmai szellemi bázist képviselő főiskolák és a megyék között. Ez helyenként más és más formában nyilvánul meg. Így pl. a megyei művelődési osztály által szervezett „Pedagógiai Hetek” programjában is szerepelnek főiskolai oktatók előadásai.

Az *egy vagy több éves továbbképző tanfolyamok*, speciális *nyári 1–2 hetes intenzív tanfolyamok* rendezése, szakmai támogatása jórészt a tanárképző főis-

kolákra hárul, bár a szervezésben a megyei kabinetekkel a legszorosabban együttműködnek. E tanfolyamok — érthetően — az utóbbi években az új tantervre való felkészítést célozták. A több éves tanfolyamokat levelező módszerrel, illetőleg időszakonkénti behívásokkal oldották meg. A továbbképzésen általában 20 fő vett részt, de viszonylag kevesen vállalták a záródolgozat elkészítését is. A kémiai továbbképzés laboratórumi-kísérletező tevékenységére ezen a továbbképzési formán nagyobb lehetőség nyílik. Emellett szaktudományi és módszertani előadások szerepelnek a tanfolyam programjában. Az elméleti és a gyakorlati foglalkozások aránya nagyjából megegyezik.

A továbbképzés speciális formáját jelenti a megyei művelődési osztállyal közösen rendezett „*Tanárok Nyári Akadémiája*”, amit Szegeden valósított meg a Főiskola, s már két alkalommal is kémiai tárgyú volt a rendezvény. Itt lehetőség nyílt üzemlátogatásra is, ami a gyakorlati élettel való szoros kapcsolatot tette lehetővé. A nyíregyházi főiskola kémiai tanszéke ún. „*külső munkatársi kapcsolatot*” alakított ki a tanárokkal, amelynek programját három évre előre elkészítették, s éppen most fejezik be a pedagógusok felkészítését az új tantervre. A szaktárgyi és pedagógiai témákhoz szorosan kapcsolódó gyakorlati tevékenységet valósítottak meg a munkaprogramban. Különös előnye ennek a munkakapcsolatnak, hogy a pedagógusok a tanszéki kutatásba is bekapcsolódhattak.

5. A továbbképzés tartalma

Az utóbbi években egyértelműen olyan témakörökkel és olyan szemlélet alapján foglalkoztak a tanárképző főiskolák kémiai tanszékei a továbbképzéseken, amelyek jól előkészítették a tantervi reformot. Ezen a téren tehát a kémiai továbbképzés különleges helyzetben van, több éves előzménnyel rendelkezik. Ugyanígy négy éves előzménye van az Országos Pedagógiai Intézet által szervezett központi továbbképző tanfolyamainak is, ami könnyen érthető, hiszen a tanterv kialakításában, a tanterv iskolai kipróbálásában a legszorosabb volt az együttműködés a Főiskolák Kémiai Szakbizottságával. A tartalom egyeztetése számos más fórummal is megtörtént, így nem kis jelentőségűek voltak a kétévenként megrendezésre kerülő „*Kémiatanárok Országos Konferenciái*”, amelyeken a szaktudomány képviselői és a gyakorló pedagógusok is egyaránt szót kaptak. Egyetemi és főiskolai tanárok, oktatási szakemberek előadásaikkal elsősorban a *szemlélet korszerűsítésére* törekedtek. Az anyagszerkezet és a kémiai reakciók összekapcsolása, a kémiai folyamatokkal járó energiaváltozások, a kémiai reakciók általános szemléletének kialakítását biztosították. A konkrét szervetlen és szerves kémiai ismeretek az anyagismeretet és az általános elvek, törvények alkalmazását az adott folyamatoknál.

A továbbképzés különböző formáin különböző módon és szinten foglalkoztak a modern kémia alapjaival és speciális területeivel. S minthogyjő néhány témakör az új tanterv miatt különösen fontos volt, a különböző időpontokban tartott különböző tanfolyamok programjaiban is szerepelt. Ez azonban arra a furcsa helyzetre vezetett sokszor, hogy ugyanaz a pedagógus néha többször is hallott azonos témáról előadásokat, attól függően, hogy melyik tanfolyamon vett részt.

A továbbképzés tartalmi összeállítására példaként az egeri Tanárképző Főiskola Kémiai Tanszékének kétéves komplex tanfolyamának programja szolgálhat.

A tanfolyam „tantárgyai”:

- a) szaktudományi előadások,
- b) tantárgypedagógiai előadások,
- c) bemutató tanítások,
- d) laboratóriumi gyakorlatok,
- e) feladatmegoldások,
- f) üzemlátogatások,
- g) pszichológiai, általános pedagógiai előadások,
- h) filozófiai előadások.

Az előadásokra havonta került sor (évente 8 alkalommal), amelyeken a szakmai előadásokat a témához szorosan kapcsolódó módszertani előadások követték, pl.

Szakmai előadás

Az atom szerkezete.
A kémiai kötések.
A redoxi- és sav-bázis reakciók.

Módszertani előadás

Az atom szerkezetének tanítása.
A kémiai kötések tanítása.
A redoxi- és sav-bázis reakciók tanítása.

A 2—3 órás szakmai előadások ismeretanyagát a módszertani előadásokon mintegy „apró pénzre” váltották, megállapították, hogy a szakismeretek hogyan realizálódnak az iskolai tanítás során.

E példa is demonstrálja, hogy a tartalmi kérdések milyen szorosan kapcsolódnak a bevezetőben említett továbbképzési területekhez, szakmai és módszertani jellegűek, kiegészítve mindezt a speciális továbbképzési témákkal.

6. A továbbképzés hatékonysága

A továbbképzés hatékonyságáról általában nem könnyű meggyőződni. Természetesen ez függ a továbbképzés formájától, módszereitől, is hiszen pl. a plenáris előadás — még ha utána „kerekasztal”- megbeszélés is következik, kisebb lehetőséget ad a megalapozott értékelésre. Talán a komplex és a több éves tanfolyamok a legalkalmasabb formái annak, hogy a tanfolyam hatékonyságát, a pedagógusok tudását megítélhessük. A záródőlgozat, a konzultáció adta értékelési lehetőség ebben különös szerepet játszik.

Jelenleg a továbbképzés önkéntes, így feltehető, hogy a résztvevőknek legalább szándékában áll elsajátítani az adott anyagot. A pedagógusok felkészültsége azonban rendkívül különböző, s ennek tudható be, hogy adott tanfolyam esetében (ha a tudás ellenőrzésére is sor kerül), nem kis mértékű a „lemorzsolódás”. A továbbképzésen részt vevő pedagógusok lelkesedése, tudni akarása azonban minden kétséget kizár; ami önmagában is sikerként könyvelhető el.

Mégsem könnyű, olyan továbbképzést tartani, ahol az előzetes tudás, a felkészültség jelentősen eltérő, szinte tanáronként változik. A Tanárképző Főiskolák megfigyelései szerint a jó tanulmányi eredményekkel végző pedagógusok tartanak igényt elsősorban a továbbképzésre. S ez már korántsem megnyugtató. Felvetődik a kérdés, hogy az önkéntes jelentkezési mód minden szempontból elegendő-e a társadalmi elvárásoknak, vagy újabb, más módszert kell-e találni. Reális lehetőség tehát nincs arra, hogy felmérjük a továbbképző tanfolyamok eredményességét, különösen nehéz megállapítani azt, hogy a hallgatókat az iskolai gyakorlatban hogyan hasznosították a tanárok. Ez utóbbi ugyanis a legfontosabb szempont, amiért a továbbképzést végezzük.

Azt is megállapíthattuk az eddigi tapasztalatokat összegezve, hogy a pedagógusok általában elismeréssel nyilatkoznak a tanfolyamokról, s örömmel vették az ezeken nyújtott segítséget.

A továbbképzés hatékonyságához azonban további segítséget kell adni, előre megadott irodalommal, esetleg „Továbbképzési füzet” sorozatokkal stb. Ilyet készített pl. az Országos Pedagógiai Intézet a Tanárképző Főiskolákkal együttműködve. (1. Az általános iskolai kémia tanítás korszerűsítése, 2. Az általános iskolai kémia tanítás korszerűsítésének története), de amelyet megyei szinten folytatni kellene. Az írásos anyagok ugyanis sokak számára nagyobb segítséget jelentenének, mint egy-egy előadás.

Gondolni és tervezni szükséges a nem szakos pedagógusok, vagy a képesítés nélküliek továbbképzését. Itt feltétlenül számításba kell venni az írásos segédanyagokat is.

7. A továbbképzés problémái, további feladatai

A teljesség igénye nélkül, néhány pontban összefoglalva a továbbképzés eddigi tapasztalatai alapján a problémákat, azzal a kéréssel fordulok a pedagógusokhoz, felsőoktatási szakemberekhez, hogy véleményüket, javaslataikat folyóiratunkhoz írásban juttassák el. Ez jelentősen elősegítené a továbbképzés ügyét.

a) A továbbképzésnek nincs országosan összehangolt egységes terve. Az összehangolásra több irányban is szükség van, amit csak egy országos érvényű tervvel lehetne megvalósítani.

b) Bizonyos időszakonként minden pedagógusnak kötelezően kellene részt vennie a továbbképzésen, amit viszont jogi, anyagi és erkölcsi elismerésnek kellene követnie.

c) Biztosítani kellene az eltolódási időt az adott témák exponálásához a különböző szintű továbbképzési rendezvényeken. Ez kapcsolódik ahhoz, hogy bizonyos témákat központilag kellene rögzíteni, olyan ismeretekről, amelyek elengedhetetlenek a tanítás gyakorlatához. Ez természetesen szaktárgyi speciális téma is lehet.

d) A különböző felkészültségű pedagógusok különböző továbbképzési tanfolyamokon vehessenek részt, ahol ezt figyelembe lehet venni, akár a nyelvtanfolyamokon.

e) A tanárképző főiskolák beiskolázási körleteinél átfogóbb továbbképzési terület-összefogásra lenne szükség, mert ezen a módon számos megye „kimarad” az ilyen jellegű kooperációból. E rendezvényekre egyetemi és főiskolai szakembereket célszerű felkérni, hogy az adott szakmai témát előadásként megtartsa.

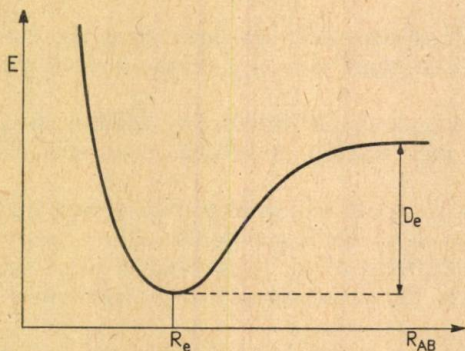
f) A különböző iskolatípusokban tanító pedagógusoknak időnként az adott tantárgyhoz kapcsolódóan, a továbbképzések során, a tantárgyi koncentráció biztosítására közös tanfolyamot lenne célszerű indítani. Így megismerhetnék a különböző iskolatípusokban tanított tananyagot („mire készítének fel, illetőleg mire alapoznak”).

A kvantumkémia és a reakciókinetika kapcsolatáról

A kézi számológépek elterjedtek. Nem kerül különösebb erőfeszítésbe, hogy például egy szög szinuszát kiszámítsuk. Csak a megfelelő gombokat kell megnyomnunk, és leolvassuk az eredményt. Nem kell ismernünk a technikai részleteket, sőt azt sem, hogy végül is a gép milyen úton számítja ki az eredményt.

A felhasználó szempontjából a kvantumkémiai számítások is hasonló jellegűek. Ha a gépben a bonyolult program megvan, akkor a felhasználónak csak néhány adatot kell megadnia, és várni az eredményt. Sajnos az erre alkalmas gépek igen nagy teljesítményűek, a számítások költségesek.

Az ún. ab inició kvantumkémiai módszernél meg kell adni, hogy milyen atommagok vannak, ezek hol vannak a térben rögzítve, az elektronok számát, valamint azt, hogy mit és milyen pontossággal akarunk kiszámolni.

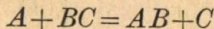


1. ábra

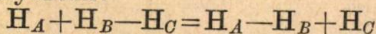
Tegyük fel, hogy valamilyen AB -molekula energiáját akarjuk kiszámítani az atommagok közti R_{AB} magtávolság függvényében. Ha a pontokat elég sűrűn vettük fel, és azokat vonallal összeköttöttük az 1. ábrához hasonló menetű függvényt kapunk. Látható, hogy a számításokkal megkapjuk az R_e egyensúlyi magtávolságot, itt az energiának minimuma van. A görbe csak ennek a pontnak a közelében szimmetrikus. R_e -nél kisebb magtávolságoknál meredekebb lefutású. Ha az R_{AB} eléggé nagy, egyenes szakasz következik. Az ennek megfelelő energia az egymással kölcsön-

hatásban nem levő A és B -atom energiája. Ebből következik, hogy D_e az AB -molekula disszociációs energiája. (Ez kissé módosul, ha a molekula rezgőmozgását is figyelembe vesszük.)

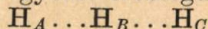
A következőkben foglalkozunk az



típusú egyszerű, gázfázisú reakciókkal. A legegyszerűbb ilyen folyamat, amelyet részletesen tanulmányoztak:



hidrogénkicserélődési reakció. Nyilván a rendszer energiája növekedni fog, ahogy a H -atom közeledik a H_2 -molekulához. Az sem mindegy, hogy a közeledés milyen irányból történik. A számítások azt mutatják, hogy reakció csak akkor megy végbe, ha H_A a $\text{H}_B - \text{H}_C$ molekula tengelye felől közelít. Ahogy erősödik a kapcsolat a H_A és H_B között, úgy gyöngül az eredeti $\text{H}_B - \text{H}_C$ kötés. Végül is a kétféle kapcsolat egyenlő erősségű lesz, amit a



formulával szokás kifejezni. Ezután R_{BC} nő és keletkezik a $\text{H}_A - \text{H}_B$ -molekula.

Ezt a folyamatot számításokkal is követhetjük. A számítógépnek megadjuk a magok koordinátáit és kiszámíthatjuk a megfelelő rendszer energiáját. Mivel a

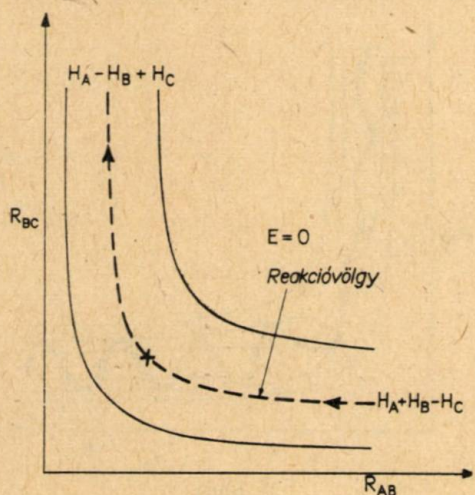
reakció csak akkor megy végbe, ha a három atom egy egyenesben van, elegendő csak a lineáris konfigurációk energiáját kiszámítani. Az energia ekkor csupán az R_{AB} és az R_{BC} függvénye. R_{AB} és R_{BC} értékeit két egymásra merőleges egyenesen vehetjük fel. Ekkor ennek a síknak minden pontja a lineáris képződmény egy lehetséges elrendezésének felel meg. Az energiaértékeket a sík felett, a harmadik dimenzióban kell feltüntetnünk. Ezt megcsinálhatjuk makettek segítségével, de egyszerűbb az ún. szintvonalas ábrázolás, amelyet a térképeknél megszoktunk. A szintvonalak olyan pontokat kötnek össze, amelyekhez tartozó energiaértékek azonosak.

A 2. ábrán mutatjuk a három H-atomból álló rendszer energiájának szintvonalas ábrázolását. Azt a felületet, amelyre a szintvonalakból következtethetünk, potenciálfelületnek szoktuk nevezni. Az ábrázolásnál a szabad atomok energiáját zérusnak veszik, tehát nagy R_{AB} és nagy R_{BC} értékeknél $E=0$. A 2. ábrán látható pontozott vonal jelenti a „reakcióvölgyet”. Ez az a legmélyebb völgy, amely mentén a reakció lejátszódhat. A reakcióvölgy nagy R_{AB} és az egyensúlyi R_{BC} értéknél indul. R_{AB} csökkenésével a reakcióvölgy emelkedik, a legmagasabb pontja a *-gal jelzett ún. nyeregponton van. A völgy legmélyebb pontja és a reakciógát magassága közti különbséget nevezik a reakció aktiválási energiájának. A nyeregpont után ismét mélyül a völgy. Ha elég nagy már az R_{BC} , akkor a makettes ábrázolás metszete az 1. ábrához lenne hasonló (azzal a különbséggel, hogy az egyenes szakasz az abszcisszára esne).

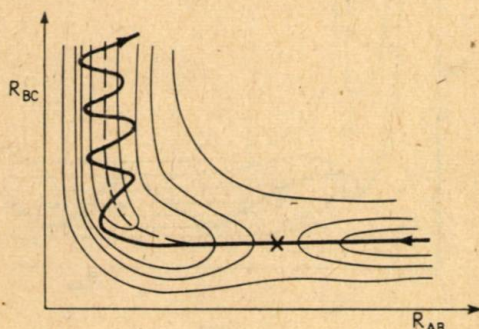
Mivel a $H \dots H \dots H$ állapot energiája, a nyeregpont energiája nagyobb, mint a $H_2 + H$ rendszeré, ez a reakció csak energia befektetése árán valósulhat meg. Amikor ezt az energiát keressük, gondoljunk arra, hogy a 2. ábrán az energia kiszámításánál a magokat rögzítettük. Eddig tehát nem vettük figyelembe a haladó, a rezgő- és a forgómozgás energiáját. Ezek segítségével lehet feljutni a nyeregpontra.

Már 1930-ban felismerték, hogy a potenciálfelületek birtokában hogyan tudunk a reakció lefolyásáról jó kvalitatív képet kapni.

Ha a potenciálfelületet a részt vevő atomok tömegének ismeretében kissé módosítjuk, akkor abból, hogy egy egységnyi tömegű golyó hogyan mozog a nehézségi erő hatására a felületen, sok részletet megtudhatunk a reakció lefolyásáról. Meg kell adnunk, hogy a felület melyik pontjáról milyen sebességgel indítjuk a golyót, akkor számítógépek segítségével kiszámíthatjuk, hogy a



2. ábra



3. ábra

golyó hogyan mozog majd a felületen. Az elmondottak megértését segíti a 3. ábra. Itt egy nem szimmetrikus potenciálfelület látható, az erősen kihúzott vonal pedig a golyó útját jelzi. A golyót a reakcióvölgy egyik pontjáról indítottuk. A golyó útjából leolvashatjuk, hogy mi történt. A kinetikus energia elég volt ahhoz, hogy átmenjen a nyeregponton, sőt akkora volt, hogy a nyeregpont után nem a „termékvölgyben” haladt, hanem annak falaiba ütközve haladt tovább. Ez azt jelenti, hogy a nyeregponton való áthaladás után az R_{AB} távolság változik, azaz a H_A-H_B -molekula rezgőmozgást végez, tehát a felesleges kinetikai energia rezgőmozgássá alakult.

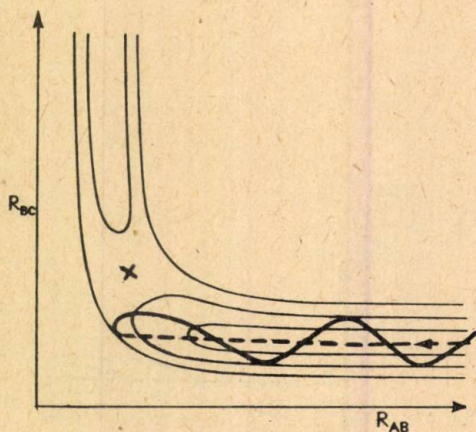
Természetesen sokféle eset lehetséges. A 4. ábrán azt az esetet látjuk, amikor bár eléggé nagy volt a kiindulási termékek kinetikus energiája (szaggatott vonal mutatja a kiindulás útját), reakció nem következett be, mert a golyó a potenciálfelületről visszapattant (a visszafelé utat a kihúzott görbe jelzi) és a H_B-H_C -molekula rezgési energiájává alakult.

Az 5. ábra ugyanezt a potenciálfelületet mutatja. Látjuk, hogy itt kiinduláskor a H_B-H_C -molekula rezgési energiája jelentős, és ez kedvező a reakció kimenetele szempontjából, mert sikerült átjutni a nyeregponton.

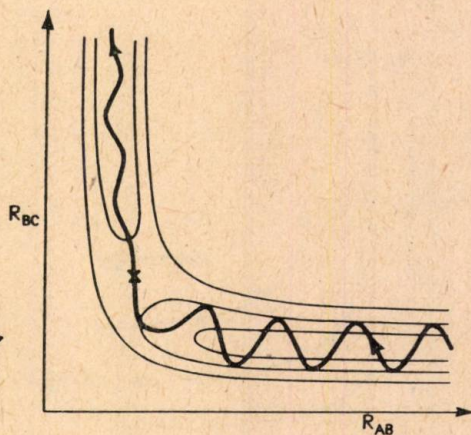
Az ilyen jellegű számításoknál legnagyobb feladat a potenciálfelület megszerkesztése, mert rengeteg számítógép-kapacitást igényel. Könnyebb a kísérleti szempontból is fontos aktiválási energia kiszámítása. Nem lényegtelen nehézség az sem, hogy a valós körülmények között a reakciópartnerek sokféle energiával ütközhetnek. Ezért a potenciálfelület ismeretében nagyszámú kiindulási feltétel mellett számítják ki a golyó útját, és az így kapott eredmények átlagából következtetnek a reakció lefolyására.

Hangsúlyozni kell, hogy ez a módszer elvben sem adhat pontos eredményeket. Például nem veszi figyelembe azt, hogy a kvantummechanika elvei azt is megengedik, hogy a rendszer túljusson a potenciálgáton akkor is, ha nem rendelkezik az aktiválási energiával (alagúteffektus).

A kvantumkémia és a reakciókinetika csak egyik kapcsolatáról adtunk rövid áttekintést. Várható, hogy a számítástechnika, valamint az új kísérleti módszerek fejlődése nagymértékben fogja gyarapítani ismereteinket a reakciók lefolyásáról.



4. ábra



5. ábra

Mikroküvettás kémiai kísérletek I.

Az utóbbi években a szaktudományok gyors ütemű fejlődésének következtében szinte minden természettudományi tantárgyban jelentősen átalakult a tananyag szerkezete. A kémiában is megváltozott az elsajátítandó ismeretek minősége és mennyisége. Az anyag mozgástörvényeinek mélyebb, pontosabb megismeréséhez elengedhetetlenül szükséges az anyag tulajdonságainak, viselkedésének vizsgálata, ezért az új ismeretek sokoldalú feldolgozásához, az új összefüggések megvilágításához nélkülözhetetlen a megfelelő tanári demonstráció.

A tanárok többsége még ma is keveset kísérletezik, részben arra hivatkozva — ami nem alaptalan —, hogy a megtanítandó tananyag egyre nagyobb és egyre elvontabb, ezért nem jut idő a kísérletezésre. Holott az elvont fogalmak megértésének alapvető feltétele, hogy legyen miről elvonatkoztatni, legyen miből általánosítani, és a törvényszerűségek felismerésével a megfigyelt jelenségeket értelmezni tudjuk.

A mikroküvettás kémiai kísérletek ismertetésével egyszerű, gyors és hatékony kísérletezési módszert ajánlunk a tanárok figyelmébe. Lényege, hogy a kísérleteket a diavetítő objektívje elé helyezett kis edényben, a küvettában végezzük el, és a lejátszódó folyamatokat a tanulók a kivetített képen figyelhetik meg.

Az eszközök leírása

Diavetítő

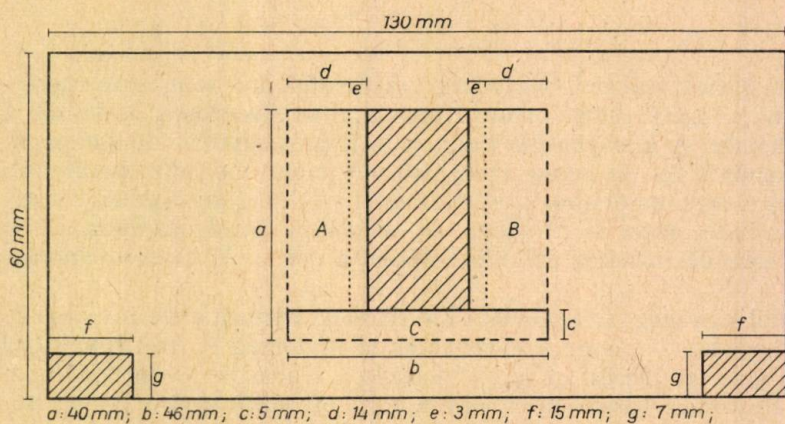
A kísérletek kivetítéséhez VEGA Universal diavetítőt használtunk, de alkalmas minden olyan diavetítő, amelynek az objektívje és az okulárja között elegendően nagy és nyitott térrész van, ahová a küvettát elhelyezhetjük, és abba a vegyszereket kényelmesen adagolhatjuk.

Magán a vetítőn semmiféle átalakítást nem kell végezni, néhány tartozék (küvetták, küvettatartó keret, tükörtartó) elkészítésével alkalmassá tehető a kísérletek kivetítésére, de bármikor használhatjuk eredeti funkciójában is, diaképek bemutatására, ha a küvettatartót levéve az eredeti diatartó keretet helyezzük vissza.

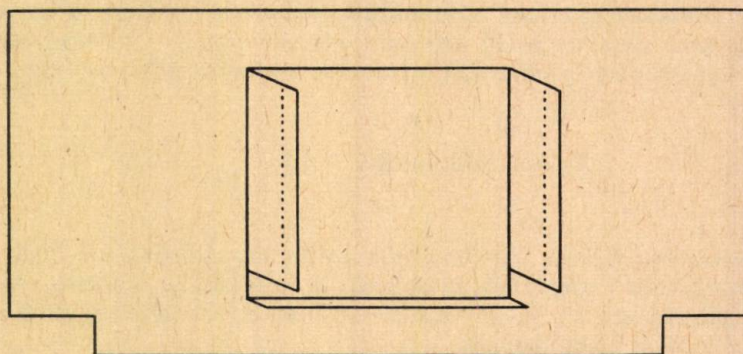
Küvettatartó keret

A küvettatartó keret alumínium lemezből célszerű készíteni, mert ez könnyen hajlítható, vágható. A lemez mérete (VEGA Universal diavetítőhöz) $130\text{ mm} \times 60\text{ mm} \times 1\text{ mm}$. Két alsó sarkán egy-egy $15\text{ mm} \times 7\text{ mm}$ -es darabkát levágunk. A közepére egy $46\text{ mm} \times 40\text{ mm}$ méretű téglalapot rajzolunk, és bejelöljük rajta az 1. ábrán látható vonalakat. A besatírozott részt eltávolítjuk, majd a megvastagított vonalak mentén a lemezt bevágjuk. Az „A”, „B”, „C” lapokat a szaggatott vonalak mentén derékszögben kihajlítjuk a lemez síkjára merőleges

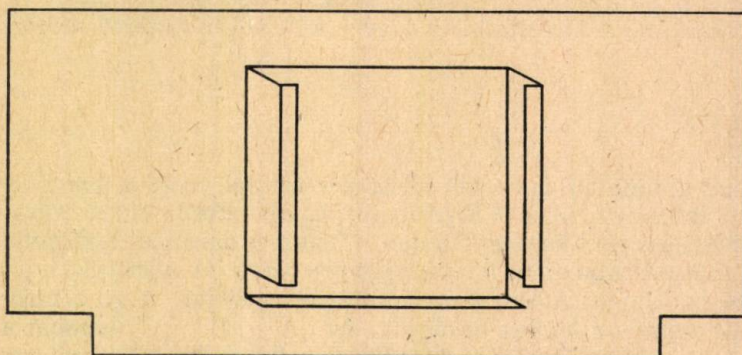
helyzetbe (2. ábra). Az „A” és „B” lapok szélét a pontozott vonalak mentén — szintén derékszögben — meghajlítjuk (3. ábra). Végül a küvettatartó két oldalán a lemezt kétszer derékszögben hátrahajlítjuk olyan méretre, hogy a keretet könnyen rá lehessen húzni az objektív házára, a diatartó helyére. A lemez közepén kialakított kis „ablakba”, az „A” és „B” pántok közé csúsztatjuk be a küvettát, amelyet alulról a „C” lemezke támaszt meg (4. ábra).



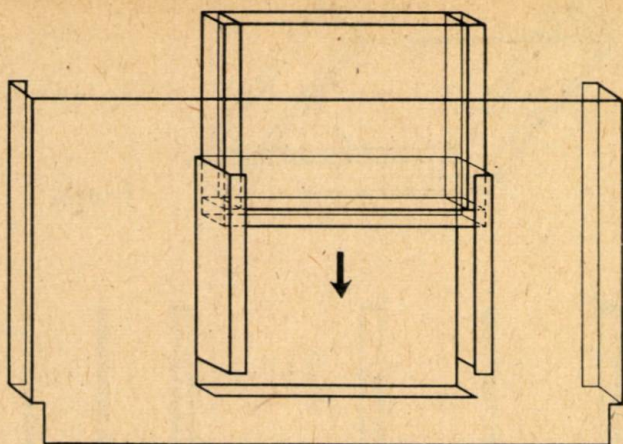
1. ábra



2. ábra



3. ábra



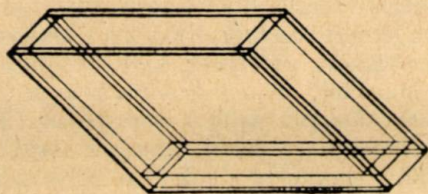
4. ábra

Küvetták

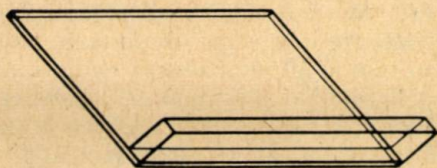
A küvettákat plexilemezből készítjük, kloroformos ragasztással. Minden küvetta külső mérete egységesen $45\text{ mm} \times 35\text{ mm} \times 10\text{ mm}$. Példaként ismertetjük a legegyszerűbb, ún. egyrekeszes küvetta (5. ábra) elkészítési módját.

A küvetta fedőlapját ($45\text{ mm} \times 35\text{ mm}$) 1 mm vastagságú plexilemezből vágjuk ki, 3 mm vastagságúból pedig a két oldalfalát ($32\text{ mm} \times 8\text{ mm}$) és a fenéklapját ($45\text{ mm} \times 8\text{ mm}$). Az utóbbiak vágási felületeit célszerű finom dörzspapírral kissé lecsiszolni. (A vékony plexit az üveg vágásához hasonló technikával lehet darabolni. Késsel vagy más hegyes szerszámmal vonalzó mellett jó mélyen bekarcoljuk, és a karcolások mentén könnyen el tudjuk pattintani. A vastagabb plexilemezből lombfűrészsel vágjuk ki a megfelelő méretű darabokat.) Az egyik fedőlapot lefektetjük az asztalra, csipesszel megfogjuk a fenéklapot, kloroformba mártott ecsettel bekenjük az összeillesztendő felületeket, és a fenéklapot ráállítjuk, majd enyhén rányomjuk a fedőlap szélére (6. ábra). Ugyanígy tesszük fel az oldalfalakat is, ügyelve arra, hogy ezeket a fenéklaphoz is hozzá kell ragasztani (7. ábra). Az így összeállított vázra ráragasztjuk a másik fedőlapot.

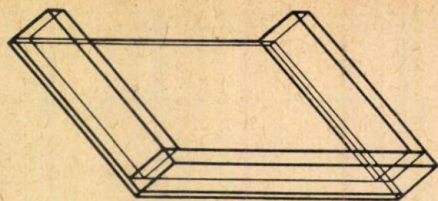
Összetett küvettáknál az oldalfalak után az elválasztó falakat, közbülső elemeket is felragasztjuk (ezeket — a fenéklaphoz hasonlóan — szintén 1 mm vastagságú plexiből vágjuk ki), és mindig utoljára tesszük fel a második fedőlapot. A két- és háromrekeszes küvetta metszeti rajza a 8. ábrán látható.



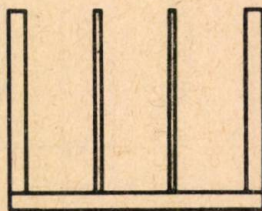
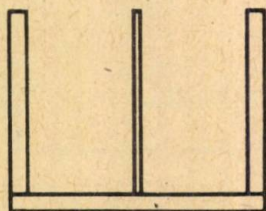
5. ábra



6. ábra



7. ábra



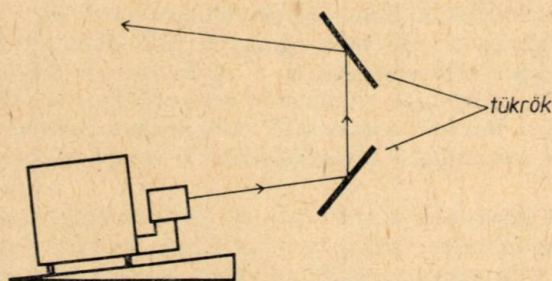
8. ábra

Tükörtartó állvány

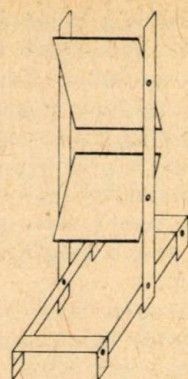
A diavetítő az objektívje elé helyezett egyenes állású tárgyról, így a küvettáról is fordított állású képet ad. Látvány szempontjából és didaktikailag egyaránt kedvezőtlen, ha a tanulók „felfelé ülepedő” csapadékokat, vagy „lefelé szálló” buborékokat látnak. Ez könnyen elkerülhető, ha a diavetítő által előállított képet megfordítjuk, két egymással mintegy 90° -os szöget bezáró síktükörrel (9. ábra). A tükrök alkalmazása más szempontból is előnyös, mert a tanár feje fölé vetíthet, közben továbbra is szemben áll a tanulókkal, és figyelemmel kísérheti a munkájukat.

A vetítéshez jó minőségű, torzításmentes tükröket használjunk, mert a hullámos üveg, a hibás foncsorozás nagymértékben rontja a kép minőségét. A tükrök mérete egyenként legalább $100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ legyen. Rögzítésük a legegyszerűbben úgy történhet, hogy Bunsen-állványra erősített kémcsőfogókba szorítjuk őket, egymás fölé. A két tükrő síkja által bezárt szöget úgy állítjuk be, ahogyan a vetítővászon állása megkívánja. A felső tükrő helyzete szabja meg a vetítés magasságát, az alsóval pedig beállíthatjuk, hogy a küvetta függőleges méretéből mekkora részlet legyen látható a képen. Általában nem szükséges teljes magasságában kivetíteni a küvettát, mert a jelenségek legtöbbször annak alsó kétharmadában játszódnak le.

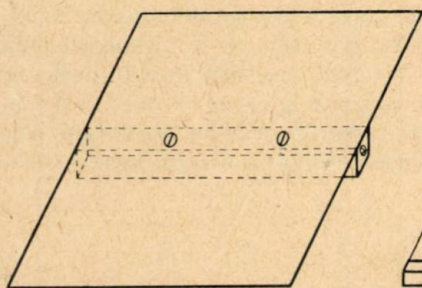
Ha van rá lehetőség, akkor érdemes egy külön tükörtartó állványt készíteni. Az állvány vázát 3 mm vastag, 30 mm széles vascsíkokból csavarozzuk össze (10. ábra). A tükrök hátlapjára alumínium lemezt teszünk. Előzőleg a lemezek közepére vas vagy alumínium hasábot erősítünk, amelynek keresztmetszete $10\text{ mm} \times 10\text{ mm}$, hossza pedig a tükrök megfelelő éleinek hosszával egyenlő. A hasábokat laposfejű, sülyeszthető csavarokkal rögzítjük a lemezekhez (11. ábra). A hasábok két végében is csavarmenetnek kell lenni, amelyek majd az állványhoz való rögzítést szolgálják. Ezután a lemezeket a tükrökre helyezzük, széleiket pedig alul-fölül ráhajtjuk a tükrök üvegére (12. ábra). Az állvány függőleges szárain, a vetítő okulárjának magasságában, valamint 150 mm -rel feljebb két-két lyukat fúrunk. Vigyázzunk arra, hogy az egymással szemben levő lyukak azonos magasságba kerüljenek. Végül csavarokkal az állványhoz



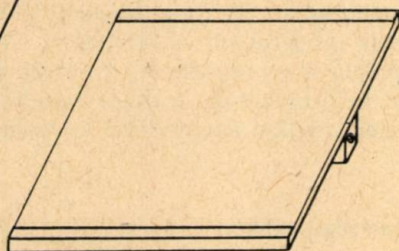
9. ábra



10. ábra



11. ábra



12. ábra

rögzítjük a tükröket (10. ábra). Ez a megoldás munkaigényesebb az előzőnél, de megvan az előnye, hogy a tükrök a rögzítő csavarok körül könnyen elforgathatók, és az általuk bezárt szöget tetszés szerint lehet változtatni, ezáltal például a képet a vetítövásznon feljebb emelni.

A küvettatartó keretet és a tükörtartó állványt tanácsos befesteni, mert így tartósabbak lesznek, és jobban ellenállnak a vegyszerek hatásának.

A mikroküvettás módszer jellemzői

A korábban kidolgozott félmikrotechnika a kevés vegyszert igénylő, könnyen megvalósítható, veszélytelen tanulókísérletezést biztosítja, és a tananyag feldolgozásában továbbra is fontos szerepe van. A mikroküvettás módszer a tanár számára is lehetővé teszi a félmikroméretben történő demonstrációs kísérletezést. A félmikrokísérletek jelentős része — megfelelő koncentrációviszonyok mellett — elvégezhető mikroküvettás kísérletként is, mégsem pusztán a tanár által bemutatott félmikrokísérletekről van szó. A mikroküvettás módszernek kizárólagos sajátása számos olyan szakmai, didaktikai, pedagógiai előny, amelyek a félmikrokísérleteknél nem találhatók meg, még kevésbé a lombikban vagy kémcsőben végzett kísérleteknél.

A küvettában végbemenő változások a vetítövásznon 15—20-szoros nagyításban jelennek meg. Vetítés közben az osztályterem legvilágosabb része — még elsötétítés nélkül is — a vetítövásznon látható kép, így akarva-akaratlanul magára vonja a tanulók figyelmét. A képen csupán a reakciótér látható egyéb, figyelemelterelő mellékhatások nélkül.

A gázbuborékok keletkezése, a csapadékok leválása, az anyagok mozgási folyamatai, a színes ionok vándorlása, a kristályok növekedése — a valósághoz képest óriási méretben és élénk színekben egyaránt jelent szakmai és esztétikai élményt, és általában még a legközömbösebb tanuló figyelmét sem kerüli el.

A kísérletekhez kis anyagmennyiségekre van szükség, így a reakciók nagyon rövid idő alatt végbemennek. A kísérletek előkészítése és elvégzése rendkívül egyszerű, mindenféle balesetveszélytől mentes, és maga az előkészítés is mindössze néhány percet vesz igénybe. A mikrokvettás kísérletek értékes percek takarítanak meg a megfigyelések részletesebb kiértékelésére, a tanári magyarázat számára.

A hagyományos demonstrációs kísérletek között vannak olyanok (pl. a réz (II)-dikromáttal bemutatott ionvándorlás, vagy az alumínium korróziója), amelyeknél a megfigyelni kívánt változások hosszabb idő alatt, esetleg csak az óra végére következnek be. Ilyenkor az órát többször meg kell szakítani, vagy az óra végén kell a kísérletet kiértékelni, holott annak éppen az új anyag megértését kellett volna megkönnyíteni, vagy a tanári magyarázatot alátámasztani, és a megfigyelt változásokból kellett volna levonni a továbbhaladáshoz szükséges következtetéseket. Az ilyen fáziseltolódásokat teljesen kiküszöbölhetjük a mikrokvettás módszerrel. A kísérletek — a fent említett ionvándorlás és alumíniumkorrózió is — csupán 3—4 percet vesznek igénybe, és az óra anyagába szervesen beilleszthetők. A tanár nem kényszerül utólagos elemzésre, és a tanulók megfelelő logikai sorrendben követhetik végig az elsajátítandó ismeretanyagot.

Kivetíthető kísérlettypusok

A mikrokvettás módszerrel csaknem minden kísérlettypus bemutatása megoldható, és a képen felnagyítva olyan apró részletek válnak minden tanuló számára jól láthatóvá, amelyek más egyszerű módszerrel nem vagy csak nehezen követhetők.

Szilárd anyagok és oldatok között lejátszódó gázfejlődéses reakcióknál kitűnően megfigyelhető, hogy a buborékok a szilárd anyag felületén képződnek, és mivel labda nagyságú gömböknek látszanak, keletkezésük, növekedésük és felfelé szálló mozgásuk távolról is jól követhető. A kémcső- vagy lombikkísérleteknél legyen bármilyen nagy a reakcióedény, a buborékok mérete ugyanolyan kicsi marad, és az említett részletek még közvetlen közről sem mindig láthatók.

Eltérő színű oldatok elegyítése, színváltozással járó reakciója során, vagy színes kristályok oldásakor nagyon jól megfigyelhetők az anyagmozgási folyamatok. Az áteső fénnel létrehozott képen jól érvényesülnek a színek, színváltozások. Egészen híg oldatoknál a mikrokvettás módszer lehetőséget biztosít összehasonlító folyadék (pl. desztillált víz) alkalmazására a (többrekeszes kvettákban), és így még a nagyon halvány színek is észlelhetővé válnak.

Áteső fénnel történő vetítésnél a legnagyobb gondot a csapadékok átvilágítása okozza. A nagy mennyiségű, tömör csapadék a fény számára akadály, a kivetített képen árnyék. A mikrokvettás módszerrel a csapadékképződések is jól kivetíthetők, a csapadékok színe is láthatóvá tehető. A koncentrációviszonyok alkalmas megválasztásával elérhetjük, hogy — a kvetta kis méretének következtében egyébként is vékony oldatrétegből — elegendően vékony csapadékréteg váljon le. Az ilyen csapadék a keresztülhaladó fénynek csak egy kis részét nyeli el, a többit átengedi, és a vetítőlámpán láthatóvá válik a csapadék színe.

Mélységélesség

A diavetítők mélységélessége általában kicsi, hiszen elhanyagolhatóan kis vastagságú diapozitívról kell éles képet adniuk. A mikroküvetítés kísérleteknél ez a kis mélységélesség nem okoz gondot, a küvetta átvilágítandó vastagsága eleendően kicsi.

Gázfejlődéssel járó reakcióknál célszerű a képet a küvetta első lapjához legközelebb képződő buborékrétegre élesíteni, a hátrább fejlődő buborékok kissé homályos képe nem okoz zavart. Hasonlóan járunk el akkor, ha a kísérlethez valamilyen szilárd anyag, pl. fémdrót szükséges. Ilyen esetben a fémdrótot úgy állítjuk bele a küvetta, hogy az teljes hosszában a küvetta első falához illeszkedjen, vagy ahhoz nagyon közel legyen, és a kivetített képen a drót körvonalait állítjuk élesre.

Diaképek vetítése

A fentiekben már említettük, hogy a kísérletekhez használt diavetítő továbbra is alkalmas marad diaképek kivetítésére is. Ez újabb nagy lehetőséget jelent a tanár számára, amelyet érdemes kihasználnia. A kísérletek vetítése közben bármelyik pillanatban könnyedén kicserélheti a küvettatartót a diatartó keretre, és áttérhet a diapozitívok vetítésére, amelyeken pl. reakcióegyenleteket, folyamatábrákat, grafikonokat stb. mutathat be a tanulóknak. Ezután minden nehézség nélkül visszateheti a küvettatartót, és újabb kísérleteket végezhet el. Így egyetlen eszköz — a diavetítő — segítségével felváltva mutathatók be igen egyszerűen kémiai kísérletek, és a tanári magyarázat részét képező táblázatok, ábrák, fotók. Mindez jelentősen megkönnyíti a tanár munkáját, és segíti a tanulási folyamatot is.

Folyadékok, oldatok tárolása, adagolása

A folyékony halmazállapotú vegyszerek tárolhatók hagyományos folyadéküvegekben, adagolásukat ebben az esetben szemcseppentővel vagy orvosi fecskendővel végezzük. Ezek tisztán tartása azonban nem egyszerű feladat, és könnyen előfordulhat, hogy kísérlet közben összezszerűljük őket, és nemkívánatos szennyeződést viszünk a küvetta vagy az üvegekbe.

Egyszerű megoldás pl. az 50—100 cm³ térfogatú csiszolatos cseppentős indikátorüvegek használata. Ezekkel a vegyszerek tárolása és adagolása együttesen megoldható. A cseppentős dugórészt adagolás után azonnal visszatehetjük az üvegbe, így a kísérletek egyszerűbben és tisztábban végezhetők el, és az oldatok egyszeri elkészítése hosszú időre biztosítja a kísérletekhez szükséges anyagokat.

A későbbiekben részletes leírását adjuk a mikroküvetítés módszerrel elvégezhető kémiai kísérleteknek.

IRODALOM

- [1] Sawal, H. B.: Erhöhung der Anschaulichkeit durch Küvettenprojektion, Chemie in der Schule 17 (1970) 220
- [2] Pataki L.—Hutter A.: Félmikrokémiai kísérletek. Tankönyvkiadó, Budapest, 1974.
- [3] Moor A.: Küvetta vetítő alkalmazása — a félmikrotechnika bevezetése — kémiai előadási kísérletek bemutatásánál. A Kémia Tanítása, 5 (1974) 149
- [4] Pataki L.—Borissza E.: Néhány mikroküvetítés kémiai kísérlet leírása, ELTE Szakmódszertani Közlemények, X. (1977)
- [5] Pataki L.—Ódor Zs.: Mikroküvetítés kémiai kísérletek bemutatása. Kémia tanárok VIII. országos konferenciája, Salgótarján, 1978.
- [6] Pataki L.—Borissza E.: Mikroküvetítés kémiai kísérletek II. ELTE Szakmódszertani Közlemények, XI. (1978)
- [7] Pataki L.—Ódor Zs.: Mikroküvetítés kémiai kísérletek III. ELTE Szakmódszertani Közlemények, XI. (1978)

Az univerzális diavetítő alkalmazása a kémia tanításában

Az 1976/77. tanévben életbe lépett reformtanterv egyik igen fontos célkitűzése: „a kémia tanítása segítse elő a természet jelenségeinek megismerését, az anyag tulajdonságainak és átalakulásainak közvetlen tanulmányozása alapján”. A reformtanterv tehát, bár a kémiai ismeretszerzés útját az elméleti gondolkodás felől közelíti meg, feltételezi az empirikus megismerést, a kísérleti tapasztalatot, illetve igazolást. A tankönyvi anyagnak megfelelő kísérletek kidolgozására a tanári kézikönyvek igen nagy súlyt helyeznek, részletes tájékoztatást adnak fejezetenként, illetve témakörönként, megfelelő utasításokkal a különböző forrásmunkákra vonatkozólag is. A kémia gimnázium I. tanári kézikönyv a kémiaórákon alkalmazható oktatási módszerek keretében elemzi a demonstrációs és tanulói kísérletek helyét, szerepét, lehetőségeit az oktatási folyamatban. A szemléltető kísérletezést alapvető és elengedhetetlen követelményként sorolja a kémiatanár feladatai közé.

A demonstrációs és tanulói kísérletekhez általában a hagyományosan kialakult eszközöket használjuk. Ezek az eszközök sok esetben alkalmasak a kívánt oktatási cél elérésére, de nem oldanak meg minden szemléltetési problémát. Egyes esetekben — pl. kémcsőreakciók — az osztály minden tagja nem láthatja jól a lejátszódó folyamatot, ha a tanár körbeviszi az osztályban a kémcsövet, ez részben idővesztést jelent, részben pedig azt, hogy a tanulók egy része csak a folyamat végeredményét látja, a kibontakozást nem.

A demonstrációs kísérletek más csoportja bonyolult készülékszerelést igényel, sok esetben ez a tanár számára időigényes, a tanuló számára pedig nem eléggé tanulságos, mert a jelenség lényegéről a készülék szerkezetére, felépítésére, esetleg lerajzolására kell a figyelmét összpontosítania.

A demonstráció hatásfokát egyes esetekben növelhetjük azzal, hogy a kémcső helyett főzőpoharat, mérőhengert használunk, és nagy mennyiségű anyagokkal dolgozunk. Sokszor így sem éri el célját a kísérlet, amellet nagyon anyagigényes. Ilyen esetekben élhetünk az audiovizuális eszközök által nyújtott lehetőségekkel. Az audiovizuális eszközök közül az írásvetítő és az univerzális diavetítő alkalmasak arra, hogy hagyományos funkciójuk mellett több homogén és heterogén folyamatot színesen, látványosan, változatosan vetítsünk a képernyőre, s maradandó élményt nyújtva, tartósan rögzítsük ezeket tanulóink emlékezetében. A kivetített képen a tanulók sokszoros nagyításban látják az anyagok felületén bekövetkező változásokat; sok olyan részletet figyelhetnek meg, amit egyébként akkor sem vesznek észre, ha önállóan kísérleteznek. Ennek igen nagy jelentőségű szemléleti kihatása is lesz: a tanulók könnyebben belátják, hogy alkalmas készülékkel, ill. műszerrel az anyagok legkisebb részei az atomok, molekulák stb. is kimutathatók. Ha a bemutatást kivetíthető kísérletekkel kívánjuk megvalósítani, akkor a következő szempontokat kell szem előtt tartanunk:

- a) A tantervi anyag mely részénél alkalmazhatók optimálisan?
- b) A tananyag mely részeinél variálhatók egyéb módszerekkel?

- c) Milyen jelenségcsoportnál használható inkább az írásvetítő, illetve a diavetítő, mi jelenti alkalmazhatóságuk határát?
- d) Hogyan kapcsolhatók a kivetíthető kísérletek a vetítőgépek egyéb funkcióival?
- e) Hogyan biztosíthatják a tanulók önálló tevékenységét?
- f) Milyen eszközök, vegyszerek szükségesek?
- g) Hogyan fejlesztik a tanulók dialektikus materialista gondolkodását?

E szempontok mérlegelése, illetve az oktatásban való alkalmazása teheti valóban a kémiaórák szerves részévé a kivetíthető kísérleteket, és biztosíthatja ezek optimális hatásfokát.

Jól használhatjuk a kivetítés lehetőségeit olyan jelenségeknél, amelyek színváltozással, fázisváltozással járnak, illetve határfelületen játszódnak le. Tehát az oldódás, emulgeálás, kristályosodás, csapadékképződés, gázfejlődés, diffúzió, adszorpció, korrózió, elektrolízis stb. témáknál.

A továbbiakban néhány példát kívánunk kiemelni azzal kapcsolatban, hogy a tantervi anyag mely részeinél használjuk az univerzális diavetítőt, illetve ismertetjük szerkezetét, működését és gyakorlati alkalmazásának lehetőségeit.

Az univerzális diavetítő az Országos Tanszergyártó és Értékesítő Vállalatnál (TANÉRT) szerezhető be; kiegészítő tartozékai a diaképek és diafilmek vetítéséhez szükséges adapteren kívül a vertikális adapter és a mikroadapter.

Műszaki adatai: Végionar-objektív 1 : 2,8

$f = 100 \text{ mm}$

500 W/220 V izzó, 28-as típusú menettel

Vetítési távolsága 3—12 m

A hűtést ventilátor biztosítja.

A készülék kb. 3 m széles képnagyságig jól megvilágított kép vetítésére alkalmas. 1—1,5 m széles kép jól látható elsötétítés nélkül is.

A mikroadapter objektívjének adatai: 2,5/25.

Az egyes kísérletek kivetítéséhez igyekeztünk mindig a legegyszerűbb eszközöket választani: óraüveg, Petri-csésze, vájt tárgylemez, cseppentős üvegek, szemcseppentő. Az esetek többségében az analitikában használatos oldatokat használjuk.

A kísérleteknél felhasznált üvegedényeknél fontos az üveg egyenletes rétegvastagsága, hibamentessége és tökéletes tisztasága. Az oldatok mechanikai szennyeződést nem tartalmazhatnak. Kísérletezésnél a készüléket maximálisan védjük a korróziótól: pl. üveglappal fedjük a Petri-csészét stb.

Az I. osztályos gimnáziumi tankönyv az „anyagi rendszerek” témánál igen meggyőző formában mutatja be a heterogén rendszert, illetve az eltérő minőségű anyagoknak fázisokra való elkülönülését. Fokozza a hatást az is, hogy az összeállítás érzékelteti a sűrűség szerinti sorrendet. Mégsem volna haszontalan bemutatni egy olyan folyadékot, melynek felületén elkülönülő cseppek úsznak, pl. olaj a vízen, vagy egy-két durva csapadékot tartalmazó oldatot univerzális diavetítő segítségével, mert a tanuló a gyakorlatban sűrűbben fog találkozni a heterogén rendszer ilyen megjelenési formájával (AgCl , $\text{Fe}(\text{OH})_3$), illetve a heterogén fogalmat finomabb szerkezetben is tudja majd értelmezni.

Az atomszerkezeti rész feldolgozásánál nincs mód kísérletezésre, de az összetett anyagi rendszerek, anyagi halmazok témánál célszerűbb az, audiovizuális technika alkalmazására. Így a szilárd anyagok szerkezetével, a kristályrács-típusokkal foglalkozva az univerzális diavetítő vertikális adapterével bemutathatunk kristályosodási folyamatokat. Ez két nagyon fontos oktatási célt szolgál: egyrészt megfigyelhetik a tanulók a kristályok növekedésével kapcsó-

latban a réteges felépítést, ezzel elvezethetjük őket a kristályrács fogalmához, másrészt meggyőződhetnek arról, hogy a különböző anyagok más-más kristályformában válnak ki oldatokból, olvadékokból, így eljutnak ahhoz a felismeréshez, hogy a kristályforma alkalmas az anyagok azonosítására. Azt is megvalósíthatjuk — ha az időnk kevés vagy az órát másképpen akarjuk levezetni —, hogy tárgylemezre előkészített kristálypreparátumokat vetítünk ki az univerzális diavetítő mikroadapterével.

A kristályosítási kísérletek — kellő előkészítés esetében — nem időigényesek és igen látványosak. Az anyagok leírásánál a szakkönyvek általában megadják az oldhatóságot különböző hőmérsékleten. Ha kb. 6 cm átmérőjű Petri-csészében kristályosítunk, elegendő 5–6 cm³ oldószert használni és annyi anyagot, amely 80–90°C-on telítetté teszi az oldatot. Az oldatot kémcsőben készítjük, a kristályosító edényt kissé előmelegítjük a vetítőkészülék hűtőrésén, ezután öntjük bele óvatosan a kémcső tartalmát. Így elkerülhetjük azt, hogy a kristályosodás túl hirtelen következze be. A folyamat lassítása szépen fejlett kristályokat eredményez 2–3 perc alatt. Ha mindent előre kimérünk, az órán nem jelent túl sok időt a folyamat kivitelezése. Csak olyan esetben várhatunk eredményt, ahol az anyagnak nagy az oldékonyságbeli különbsége, melegen, illetve szobahőmérsékleten pl.: KBr , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, KNO_3 , $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ stb. A kristályosítási kísérleteket beállíthatjuk természetesen az oldhatóság, telített oldat témaköréhez is, az oktatási cél itt az oldhatósághőmérséklet-függésének, a túltelítettség-kristálykiválás kérdéseinek értelmezése.

Szépen fejlett kristályokat nyerünk a következő anyagmennyiség felhasználásával:

6 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ + 1 cm³ desztillált víz

4,5 g KBr + 5 cm³ desztillált víz

4,25 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ + 5 cm³ desztillált víz

Itt szeretnék utalni arra, hogy a kristályok, illetve kristályosodási folyamat bemutatása a későbbiekben, az anyag leíró részeinél is hasznos lehet. Az egyes anyagokról mélyebb benyomást nyújthatunk, az órákat érdekesebbé, élményszerűbbé tehetjük pl. a kén, a benzoésav, a szalicilsav kristályosítása esetében is.

Változtatosan oldhatjuk meg kivetítéssel a „vizes oldatban végbemenő reakciók néhány típusa” témakör tanítását.

A csapadékképződési folyamat esetében az egyik oldatot óraüvegre vagy Petri-csészébe töltve helyezük a vertikális adapter vetítőfelületére, a másik anyagot cseppentővel adagoljuk, hogy a csapadék kialakulása jól érzékelhető legyen. Áttetsző, színes csapadékok nyerhetők, ha FeCl_3 vagy CuSO_4 oldatához reagens NaOH -oldatot adunk. Itt is nagyon fontos a vékony réteg alkalmazása. A csapadék színe nem mindenütt érvényesül, AgCl esetében ($\text{AgNO}_3 + \text{NaCl}$) csak az alakja érzékelhető, mikrokristályos csapadék esetében csak folthatás jelentkezik.

A gázfejlődési folyamat szemléltetése történhet oldatban — pl. Na_2S -oldat + híg kénsav; Na_2CO_3 -oldat + híg sósav; vagy szilárd anyag és oldat határfelületén, pl. CaCO_3 + híg sósav. Előző esetben a savat ejtjük cseppenként az említett oldathoz, utóbbi kísérletnél átlátszó kalcitkristályt adjunk a savhoz.

A redoxifolyamatok tanításánál is alkalmazhatjuk a kivetítés módszerét pl. sav és fém egymásra hatásánál: Petri-csészébe 1–1 cm távolságra magnézium-, cink- és rézdarabkát helyezünk, s fordított sorrendben megcseppentjük reagens sósavoldattal. Kitűnően látszik az aktivitás sorrendje a gázfejlődés mértékéből.

A II. osztályos tananyagban is sok olyan téma található, melyeknek feldolgozásánál kivetítéssel növelhetjük az oktatás hatékonyságát. Kiemeljük a fémek korróziója és az adszorpció folyamatának szemléltetését.

Különböző aktivitású, egymással és elektrolittal érintkező fémek esetében az elektródfolyamatok kivetítve igen jól érvényesülnek: például egy Petri-csészébe desztillált vizet öntünk, majd 1—2 csepp fenoltaleinoldatot adunk hozzá. Cinklemezre lecsiszolt rézdrótot erősítünk és az oldatba helyezzük. Rövid idő múlva a rézdrót felületén gyenge gázfejlődést, és a környezetében enyhe pirosodást észlelünk. A cink oldódik, a réz katódként szerepel. A korróziós jelenségek bemutatásánál célszerű híg oldatokat használni. Az alkalmazott savak 1 mólos töménységűek legyenek, nagyobb töménységű savakból 5 ml vízhez csak pár cseppet adagoljunk. Ha a reakció túl gyors, pl. erős pezsgés kíséri, az elektródokon lejátszódó folyamatokat már nem látjuk élesen.

Ha korróziós preparátumokat készítünk agar-agar segítségével, gondoskodnunk kell arról, hogy a pH kb. 4—5 legyen. Ez a gél nem csapja ki. A gél dermedésével stabilizálódott elektródfolyamatról 3—4 napig éles képet kapunk, feltéve, hogy a készítményt gondosan lefedjük a kiszáradás elkerülése érdekében.

A preparátum elkészítésének módja:

1 g agar-agart forralás közben oldunk 100 ml desztillált vízben, majd gézen át-szűrjük, és forrón tartjuk. 1 g $K_3[Fe(CN)_6]$ és 2 g $(NH_4)_2 SO_4$ -et oldunk ugyan-csak 100 ml desztillált vízben. Két oldatot 1 : 1 arányban elegyítünk és vékony rétegben a következő, gondosan lecsiszolt, összeerősített, Petri-csészébe helye-zett fém párokra öntjük: réz-vas, illetve magnézium-vas. Rázásmentesen pi-hentetjük a gél megdermedéséig. A dermedés kb. 10 perc múlva bekövetkezik.

A réz-vas fém páros esetében a vas környezetében a gél áttetsző kék színben válik ki, másik esetben a magnézium környezetében buborékképződés tapasztalható. A gyengén savas oldatból hidrogén válik ki. Ezzel jól szemléltethető, hogy mindig a negatívabb standardpotenciálú fém oldódik. A forró, 1%-os agar-agar-oldat egy részét elegyíthetjük 1—2 csepp fenoltaleinnel és cink-réz fém párra önthetjük, a réz környezetében a gél megpirosodik. Az előbb már említett kísérlet ilyen módon történő kivitelezése azért előnyösebb, mert a szín mozgathatósága hatására nem tűnik el.

Az adszorpció tanításánál az aktív szén mellett bemutathatunk egy másik adszorbenst, a szilikagélt is. Ez az anyag átlátszó, s ha 2—3 mm-es vastagságú darabokat választunk ki és ezeket óvatosan helyezzük kb. 2 mm rétegvastag-ságú 0,05%-os fuxin- vagy metilénkékoldatba, a tanulókat igen hatásos él-ményben részesíthetjük: tapasztalhatják, hogy az adszorbens belsejébe elő-ször a víz hatol be, miközben apró gázbuborékok formájában kiszorítja a meg-kötött levegőt.

A III. osztályos szerves kémiai anyagból három kísérletsorozatot emelünk ki: ezek a fenolok jellemzésével, a mosószerek tulajdonságaival és az alkohol vagy szerves savak oldhatóságával kapcsolatosak.

Fenol tanítása esetében óraüvegen végezzük a kísérleteket, mert így a na-gyobb fajsúlyú folyadék a látómező közepén jelentkezik kerek foltként, a pe-remeken a kisebb fajsúlyú anyag színe érvényesül.

Helyezzünk 6—8 cm átmérőjű óraüvegre 4—5 db fenolkristályt. Cseppent-sünk rá 10—15 csepp desztillált vizet. A képernyőn jól láthatók a kristályok környezetében kialakuló áramlások, majd a két folyadékfázis elkülönülése. Pár csepp 1 mólos nátrium-hidroxid-oldat hozzáadására a folyadék homogén lesz, vízben oldható vegyület, nátrium-fenolat képződik. Néhány csepp 1 mólos

sósavoldat hatására a folyadék újra két fázisra különül, a fenol mint gyengébb sav újra kiválik.

Bemutatható a fenol kristályosítása fenololvadékból és egyéb szokásos fenolreakciók is (pl.: $\text{FeCl}_3 + \text{fenol}$ stb.).

A mosószerek sajátos tulajdonságait, hogy ti. a mosószermolekula egyik vége apoláros, másik vége poláros, s az ebből adódó jelenségeket igen jól szemléltethetjük a következő kísérletekkel:

Petri-csészébe vizet töltünk, cseppentővel 3–4 csepp étolajat adagolunk, a cseppek hamarosan összeolvadnak. Az előbbi kísérletet híg TIP vagy ULTRA mosószert adagolunk, a cseppek nem olvadnak össze, sőt rázásra, keverésre még apróbb cseppekre szakadnak.

Étolajjal benedvesített gyapotszálat teszünk a víz felszínére, majd híg mosószert adagolunk, az olaj cseppekben leválik, a cseppek nem tapadnak össze, sem a rostra. Rázogatással a hatás fokozható.

Az alkoholok, illetve alkánsavak oldhatóságának bemutatására több edénybe desztillált vizet töltünk, majd rendre az univerzális diavetítő adapterére helyezve őket cseppenként adagoljuk a homológ sorozatnak megfelelő sorrendben az anyagokat. Az oldhatóság csökkenése a molekulasúly növekedésével jól érzékelhető. Az apoláros alkilgyökök, a poláros hidroxil- vagy karboxilgyökök kölcsönhatására, illetve domináns szerepe meggyőzően igazolható.

Összefoglalásképpen a kivetíthető kísérletek jelentőségét a következőkben látjuk:

1. Összhangban a tanterv szellemével a tanulók figyelmét fokozott mértékben az anyagok tulajdonságaira, illetve ezek változásaira irányítják.
2. Biztosítják a tanulók önálló tevékenységét, megfigyelés, következtetés, összehasonlítás, szóbeli vagy írásbeli beszámoló stb. terén.
3. A kísérletek látványossága maradandó élményt nyújt, így a tanulók emlékezetében tartósan rögzítődik.
4. A tanár számára nem igényelnek hosszadalmas, bonyolult előkészítést.
5. A tanulók dialektikus materialista szemléletét fejlesztik, mert a jelenségeket változásukban mutatják be.
6. A kivetítésük egyszerű, nem időigényes, így az elméleti kérdések megbeszélésére és begyakorlására is kellő időt fordíthatunk a tanórákon.

MOJZES JÁNOS
egyetemi adjunktus

BUNDSCHUH BORBÁLA
tanárjelölt

NAGY GÁBOR
egyetemi adjunktus

Kossuth Lajos Tudományegyetem, Kémiai Szakmódszertan, Debrecen

A DNS-molekula modellje és a tanításban való alkalmazása

A középiskolai kémia tananyag — évek óta tartó — korszerűsítési munkálatainak befejező szakaszához érkeztünk. Az 1978/79-es tanévben a szerves kémiát is az új tantervi koncepciónak megfelelően, az általános kémiai fogalmak, ismeretek felhasználásával tanítjuk a gimnáziumban. Az anyag egyik szembe-tűnő vonása, hogy a szerves vegyületek kémiai sajátosságainak értelmezését mélyebb, elektronszerkezeti okokra visszavezetve tartalmazza. A szigma és pi kötő, illetve delokalizált, továbbá kötésben részt nem vevő elektronok kémiai sajátosságot befolyásoló hatásáról az I. és II. osztályban hallanak tanulóink.

A szerves vegyületek esetében ezen fogalmak újabb alkalmazásával érjük el, hogy az ismereteket ne pusztán tényként, hanem a megértés szintjén sajátítsák el.

A tanítandó anyag — a jelenségek mélyebb értelmezésén túlmenően — a heterociklikus vegyületek öt képviselőjével bővült. A biológiai szempontból fontos alapvegyületek megismerésével lehetővé válik a DNS és RNS kémiai lényegének megtanítása is, amellyel a középiskolai kémia évek óta adós maradt [1]. (A biológiának több mint egy évtizede anyaga a DNS!) A DNS (dezoxiribonukleinsavak) tanításának fontossága az alábbiakban foglalható össze:

- a DNS a természetben előforduló egyik legfontosabb polimer makromolekula, amelyen különböző vegyületesoportok kapcsolódási módjára találhatunk példát;
- biológiai jelentőségének a molekuláris biológia alapján való megértéséhez feltétlenül szükséges a kémiai szerkezet ismerete, úi. a DNS az aminosav-sorrendet megszabó információk, az átöröklés hordozója;
- a hidrogénkötés előfordulására kitűnő gyakorlati példát szolgáltat a molekula;
- a rész és egész viszonya, s a résznek (az alkotó bázisok és azok sorrendjének) az egész molekula szerkezetének kialakításában játszott szerepe jól tanulmányozható a molekulán;
- a DNS-molekula szerkezete felderítésének közel 80 éves története a tudományos megismerés ötletgazdag műhelyébe enged betekintést, és világnézeti nevelőerővel is bír [2].

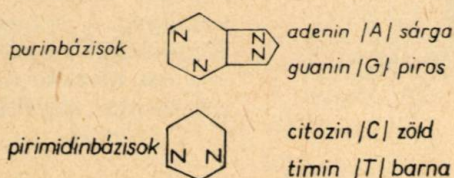
A DNS-molekula bonyolult szerkezete és a tanításban rejlő több oldalú lehetőségek kiaknázása egyaránt igényli a rajzokkal, képekkel és *modellekkel való szemléltetést*, a szóbeli magyarázat mellett. Minden esetben, amikor elvont fogalmakat, illetve a molekuláris méretekre jellemző szerkezetet akarunk a tanulókkal megismertetni — így ebben az esetben is —, a modellel való szemléltetést tekintjük a leghatékonyabb eszköznek a tanításban. A modellek ugyanis reprodukálják, visszatükrözik a tanulmányozott struktúra legjellemzőbb vonásait és térbeliségükkel segítik a tanulók képzeletét, fantáziáját [3]. Ezen megfontolásokból kiindulva szerkesztettük és építettük meg a DNS-molekula részletének két különböző modelljét: A) egyszerű, sematikus modell

B) vázmodell

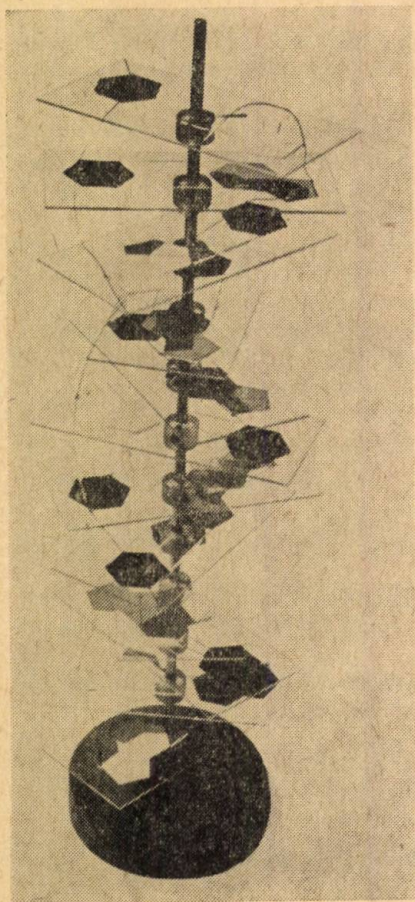
A) *Az egyszerű modell* megszerkesztésénél a következő elveket vettük alapul:

- legyen egyszerű, könnyen áttekinthető a molekularészlet, amely ugyanakkor jól mutatja a molekula legjellemzőbb szerkezeti vonásait is;
- egyszerűségénél fogva könnyen, viszonylag kis anyag- és munkaráfordítással bárki által megépíthető legyen;
- alkalmas legyen a modell az alkotó bázispárok részletes ismerete nélkül is a hidrogénkötések és a kettős csavar (nem spirál! [4]) kialakulásának szemléltetésére.

A molekula alapegységeit képező bázisokat színes papírból kivágott különböző síkidomokkal szimbolizáltuk — érzékeltetve az alapváz gyűrűtagszámát is — az alábbiak szerint:



A színes „bázisokat” páronként — 1 purinbázis + 1 pirimidinbázis — 5×12 cm nagyságú vékony plexilemezre ragasztottuk úgy, hogy a köztük kialakult 2—3 hidrogénkötést filttollal jelölni lehessen. Az általunk épített modellen a bázisok, illetve a bázispárok sorrendje a következő: A—T, A—T, G—C, T—A, G—C, A—T, T—A, G—C, G—C, A—T, C—G, T—A. (A DNS-molekulában előfordul még az uracetil pirimidinbázis is.) Minden plexilapot kifúrtunk a „bázisok” azon csúcsa közelében, amely a valóságban a dezoxiribózhoz való kémiai kötés kialakításában részt vesz. A lapok közepén fúrt lyuk és kis csavarok segítségével fém- vagy faállványra erősíthetők a „bázispárok”. A „bázisok” síkjának egymástól való távolsága 3 cm, s tengelyirányuk egymáshoz viszonyítva 40° szögeltérést mutat. Így az elsővel azonos tériiránnyal a tizedik bázispár rendelkezik. (A méretarálynál közelítőleg $1 \text{ nm} \sim 1 \text{ cm}$ nagyítást követünk.) A bázisok 1—1 nitrogénjéhez kapcsolódó dezoxiribózt, valamint a dezoxiribózmolekulákat észterkötéssel összekapcsoló foszforsav-molekulákból álló láncot színes dróttal szimbolizáltuk, amelyet a „bázisok” közelében fúrt lyukon áthúztunk. Az egymással párhuzamosan futó két dezoxiribóz-foszforsav lánc — amelyen a bázisok mintegy „felfűzve” találhatók — szemléletesen mutatja a molekula kettős csavarhoz hasonló alakját. (Lásd az 1. ábrát.)

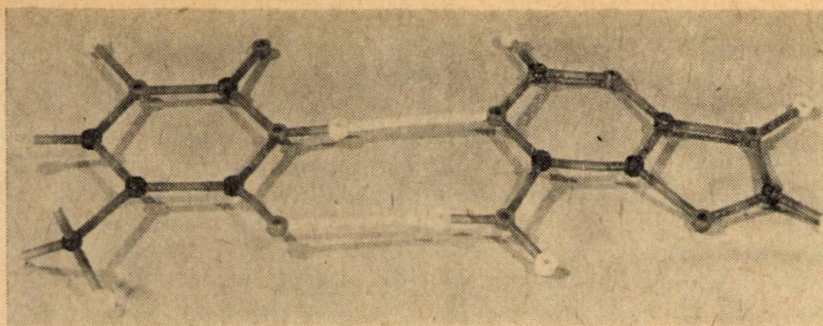


1. ábra:

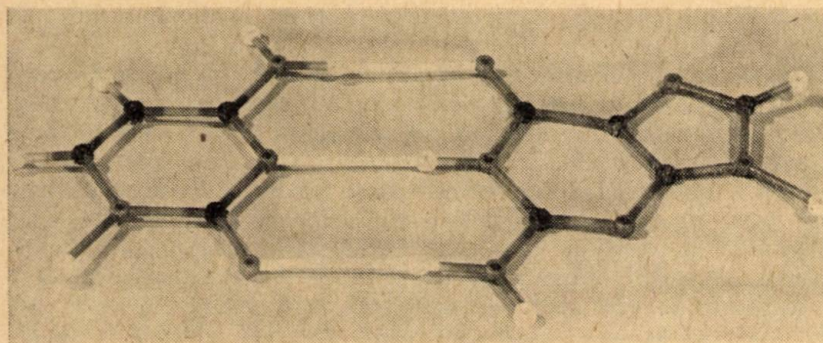
Ezen a modellen a kettős csavar forma kialakulásában szerepet játszó legfontosabb kémiai tényezők is tanulmányozhatók:

- a) Az egyik szálon elhelyezkedő bázisok sorrendje meghatározza a másik szálon levő bázisok sorrendjét, mivel adenin mindig timinnel, guanin pedig citozinnal állhat szemben.
- b) Az adenin és timin között két hidrogénkötés alakul ki: az adenin 4. szénatomján levő NH_2 -csoport hidrogénje és a timin 4. szénatomján levő oxigén kötésben részt nem vevő elektronpárja, valamint az adenin gyűrű 3. nitrogénjének elektronpárja és a timin 3. nitrogénjén levő hidrogén között. (Lásd a 2. ábrát, amely timin-adenin hidrogénkötéseit szemlélteti vázmodellen.) A guanin és a citozin között három hidrogénkötés kialakulására van lehetőség (lásd a 3. ábrát: citozin-guanin).

B) A DNS vázmodelljének elkészítésénél a már korábban említett „Orbit Molecular Building System” demonstrációs modellkészlet színes atomi centrumait, valamint zöld és fehér² színű műanyag csöveit használtuk [3]. E készlettel lehetővé vált tudományos, minden részletében valósághű és méretarányos molekularészlet felépítése



2. ábra:

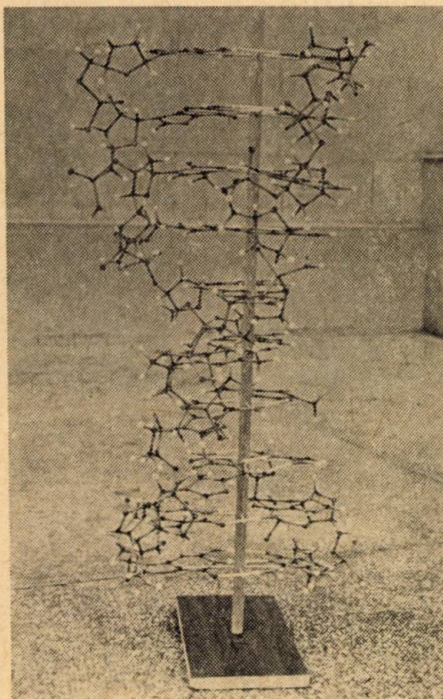


3. ábra:

A molekulát alkotó atomok kötéstávolságának modellezéséhez — a kötés jellegének megfelelően — a kovalens rádiuszok értékeit táblázatból nyertük. A DNS-molekulára jellemző további adatok a következők [5]:

- a purinbázisok (adenin, illetve guanin) és pirimidinbázisok (timin és citozin) egymástól való távolsága: 0,33 nm;
- a bázispárok által meghatározott síkok egymástól való távolsága: 0,34 nm;
- egy teljes csavar tíz bázispárt tartalmaz, s ennek a hossza: 3,4 nm;
- a két párhuzamosan futó szál távolsága, illetve a szemben levő dezoxiribóz-molekulák 1. szénatomjai közötti távolsága: 1,1 nm;
- a modell építése során alkalmazott nagyítás: 1 nm = 3 cm.

A munka első fázisában megfelelő mennyiségben elkészítettük az alkotó molekulák modelljét: foszforsavat, dezoxiribózt és a bázispárokat. Ezt követően a 2. ábrán látható — már hidrogénkötéssel összekapcsolt — timin-adenin, valamint a 3. ábrán látható citozin-guanin bázispárokat állványon rögzítettük. A távolságon és a 40°-os szögelfor-



duláson kívül figyelembe kellett venni az A) modellnél említett — általunk választott egyedre jellemző — bázispársorrendet is. Az összekötő cukor-foszforsav láncok illesztésénél a dezoxiribóz 5. szénatomját kapcsoltuk a bázis nitrogénjéhez, illetve a foszforsav észterkötéseit a dezoxiribóz 1. és 3. szénatomján levő hidroxilcsoportokkal alakítottuk ki. Ezzel elnyerte végső formáját a modell, amelyen jól felismerhető a jellegzetes kettőscsavar — amint a 4. ábrán is látható —, valamint a bázis-párok síkja, s a fehér színű hidrogénkötések, mint „létrafokok”.

A vázmodell — jellegénél fogva — alkalmas a DNS apróbb részleteinek szemléltetésére. Így a molekulát alkotó atomok már a színükről felismerhetők, ugyanúgy, mint az előforduló kötéstípusok. Közvetlenül követhető a dezoxiribóz-foszforsav szál kialakulásának módja, egymáshoz és a bázisokhoz való kapcsolódásának lényege. Ezen a modellen jól megkülönböztethető az azonos gyűrűtagszámú bázisok — adenin és guanin, illetve a timin és citozin — közötti különbség is.

Az 1977/78. tanévben a Kossuth Gyakorló Gimnázium több harmadik osztálya az A) típusú egyszerű modell segítségével ismerte meg a nukleinsavakat, valamint a DNS szerkezetét. A vezetőtanárok tapasztalatai a következőkben foglalhatók össze: A modellel sokkal érthetőbbé tehető a tanulók előtt a meglehetősen bonyolult szerkezet. Használata kedvezően befolyásolja a tanulók térszemléletét, de szerepe van az érdeklődés felkeltésében is. Egyértelműen magyarázható segítségével a két lánc és a bázispárok párhuzamossága. Általános tanterv szerint tanuló osztályokban a sematikus modell alkalmazása elegendő, a tagozatos osztályokban viszont a részletes szerkezetet bemutató modell is felhasználható. Szerves kémiát oktató kollégánk egyetemi előadáson alkalmazta a részletes vázmodellt, és hasonló eredményességről számolt be.

A DNS-modellekkel kapcsolatos tapasztalataink ismételten azt bizonyították, hogy az elvont fogalmak, szerkezetek közvetlenül érzékelhető ismeretforrásként történő megjelenítése egyszerűbbé és hatékonyabbá teszi az ismeretszerzés folyamatát [6]. Ez pedig a tanulók túlterhelésének csökkentése és az oktató-nevelő munka színvonalának emelése szempontjából egyaránt fontos tényező.

IRODALOM

- [1] *Kajtár—Varga*: Kémia a gimnáziumok III. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1978.
- [2] *Watson, J. D.*: A kettős spirál. Gondolat, Budapest, 1970.
Sullivan N.: A gének üzenete. Gondolat, Budapest, 1974.
- [3] *Mojzes J.—Cs. Nagy G.*: Modellek néhány alkalmazási lehetősége a szerves kémia tanításában. A kémia tanítása XIV. (4) 101—107 o., 1975.
Mojzes J.: Modellek alkalmazása a kémia tanításában. Előadás a középiskolai kémiatanárok központi nyári továbbképző tanfolyamán. Salgótarján, 1978. július 2.
- [4] *Marx Gy.*: Aki nem tud arabusul. Fizikai Szemle XXVIII. (3) 121. o. 1978.
- [5] *Dubinyin*: Általános genetika. Tankönyvkiadó, Budapest, 1975.
- [6] *Kelemen L.*: A pedagógiai pszichológia alapkérdései. Tankönyvkiadó, Budapest, 1967. 267. o.

A vékonyréteg-kromatográfia alkalmazása a kémia oktatásában II.

Előző dolgozatunkban,¹ részleteztük a VRK jelentőségét a kutatásban, az iparban és az oktatásban; ugyanakkor javaslatot tettünk egy gyors és gazdaságos módszer alkalmazására. (Kis méretű, előre készített VRK-lemezek.)

Jelen dolgozatunkban olyan gyakorlatokat írunk le, melyek előző dolgozatunk ismeretében hiányosan felszerelt laboratóriumokban is megvalósíthatók; a példák érzékeltetik a kifejlesztő oldószerek változtatásának befolyását az Rf. értékre, illetve a vizsgált keverékek elválaszthatóságára.

Gyakorlatok

1. 10 mg. fenolftaleint oldunk 10 ml. abs. etanolban. (Ha a laboratóriumban nem lenne fenolftalein, a gyógyszertárban kapható 0,5 g-os tablettát porítjuk el, és a kapott por 2 tömegszázalékát oldjuk fel; ilyen esetben szükséges egy kis redős szűrő is.)

Az oldatból 1, 3 és 9 érintést viszünk fel, majd toluolos (37 ml) etanol (87 ml) azeotróp elegyben^a kifejlesztjük. Ha a kivett lapról elpárolog a jellegzetes szagú kifejlesztő elegy, befújuk 0,1 n lúggal; a lila szín már ilyenkor előjön, de hamar el is tűnik; melegítés közben szárítva azonban újra előjön.^b Ekkor ceruzával halványan bekarikázzuk a foltot, és átlátszó ragasztóval leragasztjuk a lapot, majd azonnal lerajzoljuk és kiszínezzük. (1. minta.)

A 3 és 9 érintés intenzív lilás piros foltot adott; ha tartósabban melegítettük, kékeslilára fakult, állás közben elszíntelenedett.

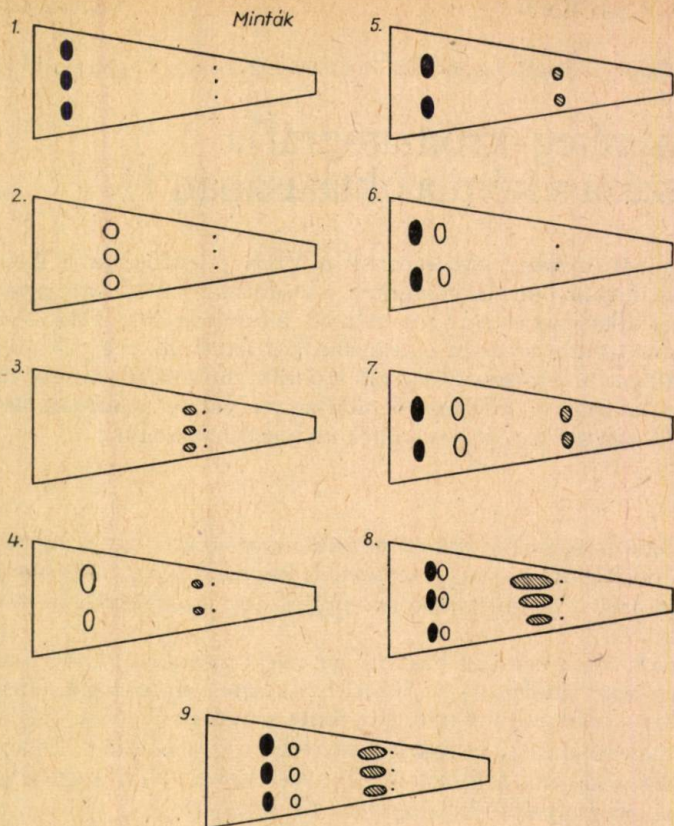
2. A sav-bázis titráláshoz általánosan használt 0,1%-os vizes metiloranzsból felviszünk 1, 3, 9 érintést, majd szárítás után toluolos-etanol azeotróp elegy néhány cseppjében kifejlesztjük. A metiloranzs narancssárga foltja kifejlesztés közben is látható, élményszerűen követhető, ahogy lassan elmarad a kifejlesztő elegy frontjától. A 9 érintéssel felvitt anyagmennyiség a kifejlesztés végén is jól látható foltot adott. (2. minta.)

Ehhez a gyakorlathoz sem szárító, sem befújó nem szükséges, így a leghiányosabban berendezett laboratóriumban is elvégezhető.

3. 1 db 10 mg-os B₁-vitamin tablettát elporítunk (recept nélkül kapható), majd feloldjuk 4 ml vízben, redős szűrőn kémcsőbe szűrjük, és bemossuk 6 ml 96%-os etanollal; összerázva homogén oldatot kapunk. Ebből viszünk fel 1, 3, 9 érintést; kifejlesztés és szárítás után jódgőzbe helyezzük a lapot^c; a B₁-vitamint barna folt jelzi a start fölött. Levegőn hagyva színtelenedik, ezért a jódgőzből kivéve célszerű bejelölni a foltot és leragasztani a lapot. (3. minta.)

4. Kis tablettás fiolába viszünk 1 csepp B₁-vitamin és 1 csepp metiloranzs-oldatot és bedugva alacsony drázsüvegbe állítjuk; ebből viszünk fel 3 és 9 érintést, majd kifejlesztés után elfújuk róla az oldószert és jódgőzbe tesszük. (4. minta.)

5. Az előző gyakorlatot megismételjük B₁-vitamin- és fenolftaleinoldattal; itt szárítás után jódózás és a B₁ folt bejelölése következik, majd a jódgőz eltávolítása után befújuk a lapot 0,1 normál lúggal, és infralámpa alá tesszük; száradás közben megjelénik a fenolftalein intenzív liláspiros színe. (5. minta.)



6. A gyakorlatot elvégezzük metiloranzs és fenolftaleinoldatokkal is; ebben az esetben nem kell jódozni, a metiloranzs jól látható enélkül is, a fenolftalein pedig lúgos befújás utáni szárításra jön elő. (6. minta.)

7. Végül mindhárom oldatból fiolába viszünk egy-egy cseppet, majd ebből végzünk 9 és 12 érintéssel kifejlesztést. ^d Szárítás után bejelöljük a metiloranzs foltját, jódozás után a B₁-vitamin-foltot, és végül lúgos kezeléssel és szárítással a fenolftalein foltját. (7. minta.)^e

Megjegyzések:

a) A toluolos alkohol azeotróp elegy korlátlan ideig felhasználható; azeotróp elegyek nagy előnye, hogy a komponensek változatlan összetételben párolognak. ^{2., 3.,}

b) A szárítás alatt előbb mélyül, majd halványodik a folt, ezért fontos szárítás közben is figyelni. A szárításra bevált a 250 wattos, fehér infralámpa; ha ez alá kb. 5 cm-re fehér papírlapot teszünk és erre helyezzük a kis lapokat, a szárítási idő csak 1—2 perc.

c) A jódos gőzteret úgy biztosítjuk, hogy drazsésüvegbe szórunk kevés jódkristályt, és a műanyag sapkával lefedve tartjuk.

d) Töményebb oldatokat készítve 1—2 érintés elegendő (a 7. gyakorlatban 1, 3 érintés esetén nem minden folt jelenik meg), így azonban bepárlódás, esetleg kristálykiválás nehezíthetné a tanuló munkáját, akinek különben is hasznára válik, ha gyakorolja a felvitelt.

Amennyiben mégis bepárlódna a minta (ha pl. nem zárjuk le, vagy siker-

telenségek miatt elhúzódna a munka), úgy 1—2 csepp kb. 50%-os alkohollal újra felhígítjuk, vagy amennyiben még nem kristályos, csak néhány érintésnyit viszünk fel a mintából.

e) Tanulságos lehet a gyakorlatokat úgy tervezni, hogy a tanulók előbb 96%-os etanolban végezzék a kifejlesztést. Így a fenolftalein és metiloranzs nem, vagy csak alig válik el, 8. *minta*. Ezután kísérletezhetnének abs. etanollal, ahol az elválás már jobb, 9. *minta*, és végül toluolos alkohollal, amely a legjobb elválást adja. Így módon a tanulók élményszerűen megjegyezhetnék, hogy a kifejlesztő elegyek összetétele jelentősen befolyásolja a kromatogram minőségét; másfelől látható, hogy toluol hiányában abs. etanollal is elvégezhetők a gyakorlatok.

IRODALOM

- [1] A kémia tanítása 1978. 1. szám 17—20. oldal
 [2] Lange's Handbook of Chemistry (1952) p. 1530.
 [3] Dr. Mázor László: Szerveskémiai Analitikai Kézikönyv (1966) 858.

KARAKAS GÁBOR

vezető tanár

Kémiai számítások korszerűen II. ★

I. Emlékeztető

A kémiai számítások szabatos és általánosan érvényes algebrai megoldásához szükséges mennyiségeket a táblázat tartalmazza.

Változók	Állandók
m	m_M
V	V_M
N	N_A
n	—

m a tömeg

m_M a móltömeg

V a térfogat

V_M a móltérfogat

N a részecskeszám

N_A az Avogadro-szám

n a mólszám, amelynek kiszámítása háromféleképpen történhet:

$$n = \frac{m}{m_M}$$

$$n = \frac{V}{V_M}$$

$$n = \frac{N}{N_A}$$

Ebből következően a mólszámnak nincs dimenziója és mértékegysége sem!

* Az I. rész A kémia tanítása 1976. évi 3. számában jelent meg.

II. A koncentráció

Kiszámítása a tömeg vagy a térfogat arányba állításával történhet. Eredeti értelmzésében az oldatok részeinek arányát fejezi ki, de ha ragaszkodnánk az „oldat”, az „oldott anyag” és az „oldószer” fogalmához, akkor nehezen volna alkalmazható a koncentráció az ötvözetekre és a gázelegyekre. Hasonlóképpen problematikus az 50—50%-os folyadékelegyek esete is.

Hagyományos rendszerezésben a koncentráció kiszámítási lehetőségei:

- | | |
|---------------------|------------------|
| a) tömegszázalék | d) vegyesezrelék |
| b) térfogatszázalék | e) molaritás |
| c) vegyesszázalék | f) normalitás |

Részletezve:

a) A tömegszázalék

Algebrai definícióegyenlete:
$$C_1 = \frac{m_1}{\Sigma m}$$

amelyben az 1-es index az 1. sz. komponensre utal. (Ha 2 komponensű az oldat, akkor az oldószer tömegét m_2 -vel jelöljük.) Σm jelenti az oldat össztömegét, és értelemszerűen $\Sigma m = m_1 + m_2$.

A tömegszázalék, mint azonos dimenziójú mennyiségek hányadosa, dimenzió nélküli szám, tehát mértékegysége sincs.

Nem nehéz bebizonyítani, hogy a komponensek koncentrációjának összege 100%:

$$C_1 + C_2 = \frac{m_1}{\Sigma m} + \frac{m_2}{\Sigma m} = \frac{m_1 + m_2}{\Sigma m} = \frac{\Sigma m}{\Sigma m} = 1.$$

Röviden:

$$\Sigma C = 1.$$

A fenti koncentrációértelmezéshez kapcsolódó százalékszámítás nem okoz nehézséget, ha a tanulóknak tudatosítjuk, hogy

$$1\% = \frac{1}{100},$$

$$\text{tehát } 100\% = 1.$$

Ha pl. $C = 0,87$, akkor ezt a számot 1-gyel megszorozva $0,87 \cdot 100\% = 87\%$. A százalékszámítás tehát csak a munka numerikus részében lép be. Azt megelőzően nem is kell vele törődni! A hagyományos „súlyszázalék”, „térfogatszázalék” stb. elnevezések ilyen megvilágításban indokolatlanok, de megváltoztatásukra sem szükség, sem reális lehetőség nincs. Annyit azonban meg kell tennünk, hogy „súlyszázalék” helyett *tömegszázalékot* tanítunk.

Az algebrai módszer alkalmazásával a nehezebbnek minősülő inverz feladatok is könnyen megoldhatók. Például:

3%-os oldat készítéséhez, 20 g oldandó anyaghoz mennyi vízre van szükség?

$$C_1 = 0,03; m_1 = 20 \text{ g}; m_2 = ?$$

$$C_2 \text{ is ismertnek tekinthető, hiszen } C_2 = 1 - C_1 \\ C_2 = 1 - 0,03 = 0,97$$

$$m_2 = C_2 \cdot \Sigma m = C_2 m_1 + C_2 m_2$$

$$m_2 = \frac{C_2 m_1}{1 - C_2} = \frac{m_1}{\frac{1}{C_2} - 1} = \frac{20 \text{ g} \cdot 0,97}{3} = 646,7 \text{ g}$$

b) A térfogatszázalék

Definícióegyenlete:

$$C_1 = \frac{V_1}{\Sigma V}$$

Dimenziója és mértékegysége nincs. Az a) alattiak értelemszerűen érvényesek.

c) A vegyesszázalék

$$C_1 = \frac{m_1}{V}$$

képletbe foglalható definíciója kifejezi, hogy 100 cm³ térfogatú oldatban hány g az oldott anyag tömege. Ez az összefüggés alaki azonosságot mutat a sűrűség definícióegyenletével, de míg az ugyanannak az anyagi halmaznak a tömegéből és térfogatából adódik hányadosként, addig a vegyesszázalék a *diszpergált anyag* tömegének és az *egész diszperz rendszer* térfogatának a hányadosával jellemezhető. Ennek megfelelően mértékegysége (a legcélszerűbben) g/cm³, de általában tömegmértékegység per térfogat-mértékegység. Ez akkor sem hagyható el, ha a % jelet használjuk!

$$\text{Pl.: } 0,25 \text{ g/cm}^3 = \frac{25 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3} = 25\% \text{ g/cm}^3.$$

Számítási feladat:

Hány ml 1,6 g/cm³ sűrűségű kénsavra van szükség 600 cm³ 40 vegyesszázalékos oldat készítéséhez?

$$C_1 = 0,4 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_1 = 1,6 \text{ g/cm}^3$$

$$\Sigma V = 600 \text{ cm}^3 \text{ (a } \Sigma \text{ jel itt az össztérfogatot fejezi ki.)}$$

$$V_1 = ?$$

$$C_1 = \frac{m_1}{\Sigma V} = \frac{\rho_1 V_1}{\Sigma V}$$

$$V_1 = \frac{C_1 \Sigma V}{\rho_1} = \frac{0,4 \cdot 600 \text{ cm}^3 \cdot \text{g} \cdot \text{cm}^3}{1,6 \text{ g} \cdot \text{cm}^3} = \frac{0,1 \cdot 600}{0,4} \text{ cm}^3 = 150 \text{ cm}^3.$$

Mint látjuk, célszerű a mértékszámokat és a mértékegységeket külön csoportosítva felírni, hogy áttekinthetőbb legyen és ezzel is gyorsítsuk a numerikus számolás munkáját.

d) A vegyesezrelék

A „gramm per liter”-ként emlegetett névtelen koncentráció lényegében nem más, mint vegyesezrelék. A

$$C_1 = \frac{m_1}{V}$$

képlet erre is érvényes.

Nem okoz-e hibát a számításokban az, hogy algebrailag nem teszünk különbséget a kétféle koncentráció: vegyesszázalék és vegyesezrelék között? Bár fentebb láthattuk, hogy a százalékszámítás csak a numerikus számolás egyik eszköze, győződjünk meg egy átszámítási példa segítségével!

Egy 16 g/dm³ töménységű oldat hány vegyesszázalékos?

$$16 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} = \frac{16 \text{ g}}{1000 \text{ cm}^3} = \frac{1,6 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3} = 1,6\% \text{ g/cm}^3.$$

Értesítjük T. előfizetőinket, hogy 1979. január 1-től kezdődően folyóiratunkat az eddigi négyszeri megjelentetés helyett hatszor kívánjuk megjelentetni. Az egyes számok terjedelme változatlan, azonban a hatszori megjelentetés miatt az előfizetési díj az eddigi 14,— Ft-ról 21,— Ft-ra módosul.

TANKÖNYVKIADÓ VÁLLALAT